

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА»

**PROCEEDINGS OF
V INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
“CURRENT STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT
OF AGRARIAN SCIENCE”**



**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ»**

Симферополь
ИТ «АРИАЛ»
2020

Редакционная коллегия:

Папитецкий В. С., (науч. ред.), доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор ФГБУН «НИИСХ Крыма»;

Радченко Л. А., (отв. ред.), кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе ФГБУН «НИИСХ Крыма»;

Дунаева Е. А., (ред.); кандидат технических наук, заместитель директора по научно-инновационной работе ФГБУН «НИИСХ Крыма»;

Мягих Е. Ф., (ред.), кандидат биологических наук, ученый секретарь ФГБУН «НИИСХ Крыма»;

Овчаренко Н. С., (вып. ред.), кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБУН «НИИСХ Крыма»;

Козак И. Е. редактор-переводчик, сотрудник ФГБУН «НИИСХ Крыма».

С 56 **Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки :** материалы V международной научно-практической конференции, Симферополь, 5-9 октября 2020 г. / науч. ред. В. С. Папитецкий. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2020. – 294 с.

ISBN 978-5-907376-24-3 DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10

В сборнике представлены тезисы докладов, посвященные различным вопросам биологических и сельскохозяйственных наук, ресурсосбережения, продовольственного обеспечения, рационального природопользования и экологической безопасности.

УДК 574/577:63:332
ББК 4:65.053+65.012.2

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

Научное издание

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ»**

Редактор: *В. С. Папитецкий*

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 21,86. Тираж 500 экз.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТИПОГРАФИЯ «АРИАЛ».
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 31-а/2,
тел.: +7 978 71 72 901, e-mail: it.arial@yandex.ru, www.arial.3652.ru

Отпечатано с оригинал-макета в типографии «ИТ «АРИАЛ».
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 31-а/2,
тел.: +7 978 71 72 901, e-mail: it.arial@yandex.ru, www.arial.3652.ru

Содержание

Растениеводство, земледелие, защита растений

Аканова Н. И., Визирская М. М., Бельтюков Л. П. Влияние фосфогипса на плодородие черноземных почв и продуктивность льна масличного и озимой пшеницы	11
Аникина Л. М., Удалова О. Р., Панова Г. Г. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы кремнийсодержащими хелатными микроудобрениями на рост и развитие ее проростков	13
Астапчук И. Л., Марченко Н. А., Якуба Г. В., Насонов А. И. Подбор оптимальной среды для культивирования <i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	15
Белова И. В., Грунина Е. Н., Глумова Н. В. Перспективы комплексной переработки розмарина в Крыму	17
Буровинская М. В., Юрченко Е. Г. Вредоносность альтернариозной пятнистости на различных по генотипу сортах винограда	21
Вабищевич В. В., Волчкевич И. Г. Результаты применения фунгицидов в производственных посадках огурца защищенного грунта	23
Волкова А. С., Мнатсакянян А. А., Чуварлеева Г. В. «Нанокремний» и продуктивность сои в условиях центральной зоны Краснодарского края	25
Волчкевич И. Г., Косыхина О. И. Защита капусты белокочанной от капустной моли в Беларуси	27
Галичкина Е. А., Кобкова Н. В., Сулова В. А. Сравнительная оценка биохимических показателей в коре и мякоти арбуза разных групп спелости	29
Гольдин Е. Б. Экосистемные подходы в защите лесных заповедных угодий от растительноядных насекомых	31
Гонгало А. А., Турин Е. Н., Женченко К. Г. Влияние растительных остатков на агрофизические свойства чернозема южного при различных технологиях посева озимой пшеницы	33
Грунина Е. Н., Белова И. В., Глумова Н. В., Быданова Ю. С. Экстрактные масла <i>Acacia dealbata</i> Link. для элитной парфюмерной продукции	36
Гутиева Н. М. Источники для получения пеларгоний с душистыми листьями	38
Диденко Н. А., Подгорная М. Е. Динамика разложения остаточных количеств феноксикарба в плодах яблони	40
Диденко П. А. Продуктивность винограда и качество виноматериалов на фоне применения минерального удобрения нового поколения в условиях Крыма	42
Дидович С. В., Алексеенко О. П., Пась А. Н. Биогербициды для контроля численности сорных растений агроценозов Крыма	44
Дмитриева И. Г. Эффективность производных 2-алкилтионитрилов в качестве регуляторов роста на озимой пшенице	45
Дроботова Е. Н. Видовой состав вредителей эфиромасличных культур ФГБУН «НИИСХ Крыма»	47
Дядюченко Л. В., Дмитриева И. Г. Изучение рострегулирующей активности производных пиразолопиридинов на растениях сои	50
Женченко К. Г., Турин Е. Н., Гонгало А. А., Иванов В. Ю., Караева Н. В., Реент В. В. Засоренность культур в севооборотах в зависимости от систем земледелия в Крыму	52

Ишмуратова Н. М., Яковлева М. П., Выдрина В. А., Мясоедова Ю. В., Гарифуллина Л. Р., Ишмуратов Г. Ю.	
Создание феромонного препарата для борьбы с вредителем зерна и зернопродуктов – большим мучнистым хрущак	54
Каширина Н. А.	
Морфометрическая характеристика плодов растений ценопопуляций <i>Cornus mas</i> L., произрастающих в разных зонах Крыма	55
Кашиц Ю. П.	
Подбор оптимальных сред для культивирования возбудителя серой гнили земляники садовой <i>Botrytis cinerea</i> Pers.	57
Кильдюшкин В. М., Солдатенко А. Г., Животовская Е. Г.	
Плодородие почвы и продуктивность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания	59
Кирычек С. А., Толорая Т. Р., Марченко М. В.	
Урожайность кукурузы разных групп спелости в зависимости от сроков посева и густоты растений в северной зоне Краснодарского края	61
Клемешова К. В., Бударин А. А.	
Ассимиляционный аппарат садовых роз в условиях влажных субтропиков России	63
Конопацкая М. В.	
Влияние исходной зараженности семенного материала картофеля паршой обыкновенной на степень развития серебристой парши на клубнях при хранении	65
Коротких И. Н.	
Продуктивность <i>Hypericum perforatum</i> L. в условиях культуры в Московской области	66
Костенкова Е. В., Бушнев А. С.	
Повышение эффективности технологии возделывания подсолнечника с целью увеличения урожайности и сбора масла	68
Кулинич Р. А.	
Качество масла <i>Crambe abyssinica</i> Hochst., выращенной в Крыму	70
Мнатсакяня А. А., Чуварлеева Г. В., Волкова А. С.	
«Нанокремний» и продуктивность кукурузы на зерно в условиях центральной зоны Краснодарского края	72
Мурзина М. И.	
Плотность популяции гроздевой листовертки в условиях Нижнего Придонья	74
Омельяненко Т. З., Багрикова Н. А., Кулаков В. Г., Кулакова Ю. Ю.	
Состояние изученности и перспективы исследований <i>Iva xanthifolia</i> Nutt. – адвентивного вида во флоре Крыма	76
Орлов О. В., Юрченко Е. Г.	
Сравнительный анализ динамики численности гроздевой листовертки в условиях ампелоценозов Таманского полуострова	79
Палапин И. В., Марченко М. В., Кирычек С. А., Толорая Т. Р.	
Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от их скороспелости, уровня удобрения и густоты стояния растений в центральной зоне Краснодарского края	81
Пермякова Т. Б.	
Распространение корневых и прикорневых гнилей в зернопропашном севообороте в зависимости от разных элементов технологии возделывания	83
Петелько А. И.	
Подбор ассортимента древесных пород для защитных лесных насаждений	84
Приходько А. В., Караева Н. В.	
Использование различных сельскохозяйственных культур в качестве сидератов	87

Пушня М. В., Снесарева Е. Г., Родионова Е. Ю. Разработка биологических методов защиты сои в центральной зоне Краснодарского края	89
Рашидов Н. Д. Создание индустриальной технологии, способствующей получению высокопродуктивных виноградников	91
Ростова Е. Н. Засоренность посевов горчицы белой (<i>Sinapis alba</i> L.) в зависимости от нормы высева и дозы азота в степном Крыму	93
Савчук Н. В., Юрченко Е. Г., Виноградова С. В., Поротикова Е. В. Способы проникновения инфекции возбудителей фузариозного усыхания генеративных органов винограда	95
Семенюк О. В. Урожайность озимой пшеницы с применением в технологии выращивания комплексных удобрений на основе аминокислот	97
Тараненко В. В. Влияние внекорневой подкормки на урожай и качество рапса	99
Турин Е. Н., Женченко К. Г., Гонгало А. А., Иванов В. Ю., Караева Н. В., Реент В. В. Результаты изучения системы земледелия прямого посева в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Крыма	101
Фарманова Н. Т., Абдумажидова И. О. к. Элементный состав соцветий лаванды узколистной (<i>Lavandula angustifolia</i> L.)	103
Фролов А. Н., Грушевая И. В., Конончук А. Г., Рябчинская Т. А., Колесников В. Б., Tóth M. Оценка эффективности мониторинга кукурузного мотылька с использованием бисексуальной приманки по данным испытаний на Кубани и в ЦЧР	104
Якуба Г. В., Астапчук И. Л., Насонов А. И. Эффективность фунгицидов <i>in vitro</i> против некоторых видов рода <i>Fusarium</i> Link – возбудителей гнили сердцевинки плодов яблони	106

Селекция и семеноводство

Архипов М. В., Прияткин Н. С., Гусакова Л. П., Потрахов Н. Н., Щукина П. А., Рутковская Т. С. Повышение эффективности оперативного контроля при экспертной оценке качества и биобезопасности семян и зерна	109
Болдаков Д. М., Давоян Э. Р., Давоян Р. О., Зубанова Ю. С., Саушкина А. А. Поиск новых доноров устойчивости к стеблевой ржавчине в линиях мягкой пшеницы с генетическим материалом <i>Aegilops speltoides</i>	111
Бочерова И. Н., Малуева С. В. Селекция арбуза: результаты и перспектива	113
Давоян Р. О., Бебякина И. В., Давоян Э. Р., Бибишев В. А., Беспалова Л. А., Пузырная О. Ю. Использование синтетической формы <i>Triticum miguschovae</i> Zhir в селекции мягкой пшеницы	115
Давоян Э. Р., Беспалова Л. А., Давоян Р. О., Агаева Е. В., Миков Д. С., Болдаков Д. М., Зубанова Ю. С., Худокормова Ж. Н. Применение ДНК-маркеров в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к листовой ржавчине	117
Dutbayev Ye. B., Kuresbek A., Sarbaev A. T., Kuldybayev N. M., Sultanova N. Zh. The impact of genotype and common bunt intensity on winter wheat productivity in Southeastern Kazakhstan	119

Евтушенко Н. С. Перспективные сеянцы крыжовника для Среднего Урала	121
Зима Д. Е., Кочегура А. В. Перспективы селекции сои на повышенный процент белка в семенах	123
Золотилова О. М., Невкрытая Н. В., Коротких И. Н., Аникина А. Ю. Сравнительное испытание фенхеля обыкновенного сорта Оксамит Крыма в разных экологических зонах	125
Золотилов В. А., Золотилова О. М., Скипор О. Б. Новый сорт розы эфиромасличной Золушка	127
Зубанова Ю. С., Филобок В. А., Гуенкова Е. А., Давоян Э. Р., Болдаков Д. М., Миков Д. С. Идентификация аллельных комбинаций генов Rpd-D1, Vrn-A1, Vrn-B1 и Vrn-D1 в линиях мягкой пшеницы, полученных в НЦЗ имени П. П. Лукьяненко	129
Коротенко Т. Л., Мухина Ж. М. Сравнительная характеристика интродуцированной китайской генплазмы риса и адаптированных местных сортов кубанской селекции в условиях юга России	131
Кривда С. И., Невкрытая Н. В., Бабанина С. С., Кривчик Н. С., Кравченко Г. Д., Соболева Е. Е. Анализ коллекции <i>Coriandrum sativum</i> L. по комплексу признаков	133
Кривчик Н. С., Кривда С. И., Невкрытая Н. В., Скипор О. Б., Кравченко Г. Д. Анализ коллекции <i>Salvia sclarea</i> L. по основным морфо-биологическим показателям	136
Миков Д. С., Давоян Э. Р., Зубанова Ю. С., Ковтуненко В. Я., Панченко В. В., Калмыш А. П. Изучение образцов тритикале по устойчивости к бурой ржавчине в «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»	138
Мудрова А. А., Яновский А. С., Беспалова Л. А. Селекция сортов твердой пшеницы альтернативного образа жизни	140
Мягких Е. Ф., Коротких И. Н. Продуктивность некоторых сортов <i>Origanum vulgare</i> L. в условиях Предгорной зоны Крыма	142
Невкрытая Н. В., Новиков И. А. Итоги конкурсного сортоиспытания Melissa высочайшей	143
Немтинов В. И., Широкова А. В., Зубоченко А. А., Белова И. В., Грунина Е. Н., Данилова И. Л., Серебрякова О. А. Оценка химических мутагенов по комплексу признаков в селекции чеснока	145
Огняник Л. Г., Лемешенко Р. А., Парпуренко Н. В. Стерильность семеноводческих партий кукурузы в контрастных климатических зонах	149
Пташник О. П. Результаты интродукции сортов и сортономеров люпина в условиях степного Крыма	150
Суворова Г. Н. Характер наследования черной окраски семенной кожуры чечевицы	153
Сулова В. А., Корнилова М. С., Галичкина Е. А. Результат селекционной работы по созданию нового перспективного сорта дыни Катюша	155
Ткаченко Ю. В., Зеленский Г. Л. Изучение новых образцов и сортов риса при разной густоте в условиях воздушной засухи	157
Тысленко А. М., Зуев Д. В., Скатова С. Е. Селекция яровой тритикале в Верхневолжском федеральном аграрном научном центре	159
Чебанова Ю. В., Борисенко О. М., Демури Я. Н. Использование рекомбинации генов в создании гибридов со среднеолеиновым типом масла	161

Черкашина А. В., Сотченко Е. Ф. Продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости на зеленый корм в зависимости от сроков сева и густоты посева	163
Юрченко С. А., Коротенко Т. Л. Скрининг генофонда риса на устойчивость к стрессорам внешней среды	164
Яновский А. С., Мудрова А. А., Беспалова Л. А. Результаты использования озимых форм <i>Triticum durum</i> Desf. при селекции яровой твердой пшеницы	166
<u>Биотехнология и физиология растений</u>	
Амброс Е. В., Карпова Е. А., Коцупий О. В., Зайцева Ю. Г., Трофимова Е. Г., Новикова Т. И. Использование механокомпозита на основе биогенного диоксида кремния и флавоноидов зеленого чая для оптимизации технологии клонального микроразмножения земляники крупноплодной	169
Дикарев А. В. Оценка ответа четырех сортов ярового ячменя на действие кадмия по физиолого-биохимическим и морфометрическим параметрам в условиях полного цикла вегетации	171
Егорова Н. А., Загорская М. С., Якимова О. В. Питательная среда для микроразмножения мяты в культуре <i>in vitro</i>	173
Егорова Н. А., Ставцева И. В. Оптимизация приемов клеточной селекции лаванды на устойчивость к низкотемпературному стрессу	175
Загорская М. С. Некоторые аспекты выделения геномной ДНК из растений лаванды разного происхождения	177
Землянухина О. А., Васильченко Е. Н. Сравнительное изучение физиолого-биохимических свойств гаплоидных линий <i>Beta vulgaris</i> L.	179
Куликов Д. С., Колпакова В. В., Гулакова В. А., Уланова Р. В. В., Чумикина Л. В. Биотехнологические процессы переработки зерна гороха с получением концентрированных белковых препаратов	181
Савенко Е. Г., Мухина Ж. М., Глазырина В. А. Использование экспериментальной биотехнологии для ускоренного создания селекционного материала риса <i>Oryza sativa</i> L.	183
Савенко Е. Г., Мухина Ж. М., Глазырина В. А., Шундрин Л. А. Контроль гаметного происхождения регенерантов капусты белокочанной в культуре пыльников <i>in vitro</i>	185
Семёнова Е. Ф., Ведерникова К. В., Щегнёва Е. Ю. Культура <i>in vitro</i> семян нонеи тёмно-бурой <i>Nonea pulla</i> DC.	188
Табацкая Т. М., Аминева Е. Ю., Машкина О. С. Биотехнологическая оценка коллекционного материала березы и тополя в условиях солевого стресса в культуре <i>in vitro</i>	190
Тевфик А. Ш., Егорова Н. А. Особенности клонального микроразмножения <i>Thymus tauricus</i> Klokov et Des.-Shost.	192
Шуплецова О. Н. Получение в селективных системах <i>in vitro</i> генотипов ячменя с комплексной устойчивостью к почвенным стрессовым факторам	194
Якимова О. В., Егорова Н. А. Влияние состава питательной среды на индукцию каллусо- и морфогенеза <i>Melissa officinalis</i> L.	199
<u>Сельскохозяйственная микробиология</u>	
Алексеев О. П. Влияние бактериализации семян на структуру микробоценоза ризосферы чернозема южного при выращивании <i>Linum usitatissimum</i> L.	199

Алещенкова З. М., Рыбалтовская П. В., Ананьева И. Н. Использование азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий для улучшения ростстимулирующего действия жидкого биогумуса	200
Ананьева И. Н., Алещенкова З. М., Рыбалтовская П. В., Чиндарева М. А. Влияние способов обработки сои (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) на интродуцирующую способность эндофитных бактерий	202
Баранская М. И., Чайковская Л. А., Клименко Н. Н. Первичная оценка новых штаммов фосфатмобилизующих бактерий	203
Белимов А. А., Шапошников А. И., Сырова Д. С., Азарова Т. С., Макарова Н. М., Юзихин О. С., Сафронова В. И. Воздействие микроорганизмов и тяжелых металлов на экссудацию низкомолекулярных органических соединений корнями растений	205
Берестецкий А. О., Дидович С. В., Гасич Е. Л. Фитотоксичность фототрофных и гетеротрофных микроорганизмов на <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	206
Веселова Л. С., Мирская Г. В., Останкова Ю. В., Кузнецова Т. А., Пищик В. Н. Поиск перспективных штаммов бактерий для создания новых биопрепаратов для повышения урожайности пшеницы	208
Еговцева А. Ю., Мельничук Т. Н. Направленность микробиологических процессов в ризосфере <i>Triticum aestivum</i> L. в условиях бактеризации семян комплексом микробных препаратов	211
Захарченко Н. С., Фурс О. В., Пиголева С. В., Тарлачков С. В., Фунтикова Т. В., Филонов А. Е., Дьяченко О. В., Бурьянов Я. И., Шевчук Т. В. Устойчивость колонизированных ассоциативными микроорганизмами растений к ксенобиотикам и фитопатогенам	213
Каменева И. А., Якубовская А. И., Паштецкий В. С., Полякова Н. Ю., Гритчин М. В., Смирнова И. И., Коноплева Г. Н. Перспектива использования жмыхов масличных культур в биотехнологии микробных препаратов	215
Клименко Н. Н. Оценка состояния микробоценоза ризосферы персика при биологизации его выращивания	216
Козловская В. Ф. Перспективы интеграции микроорганизмов ризосферы в сельскохозяйственную практику в качестве биоудобрений	219
Мельничук Т. Н., Еговцева А. Ю., Абдурашитов С. Ф., Абдурашитова Э. Р., Турин Е. Н., Горелова В. В., Зубоченко А. А. Состояние микробоценоза чернозема южного в условиях прямого посева	221
Чайковская Л. А., Ключенко В. В., Баранская М. И., Овсиенко О. Л. Влияние микробных препаратов и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы	223
Чоглокова А. А., Митина Г. В. Антибиотическая активность штаммов гриба <i>Lecanicillium muscarium</i> в отношении возбудителей болезней растений	225
Шапошников А. И., Вишневская Н. А., Шахназарова В. Ю., Сырова Д. С., Бородин Е. В., Ковалева О. Н., Струнникова О. К. Активизация защитных реакций в растениях ячменя при колонизации корней фитопатогенным грибом <i>Fusarium culmorum</i> в присутствии <i>Pseudomonas fluorescens</i> 2137	227
Якубовская А. И., Каменева И. А., Дидович С. В., Смирнова И. И., Каширина Н. А., Ермолаева М. В. Влияние микробных препаратов на ферментативную активность растений <i>Thymus vulgaris</i> L.	229
<u>Мелиорация и управление водными ресурсами</u>	
Иванютин Н. М. Экологические проблемы реки Альма и пути их решения	231

Сельскохозяйственное оборудование

Бабицкий Л. Ф., Куклин В. А.
Обоснование параметров устойчивого хода по глубине при вибрационном воздействии рабочего органа на почву 234

Соболевский И. В.
Бионическое обоснование параметров ассиметричных плоскорежущих рабочих органов машин для поверхностной обработки почвы 236

Информационные технологии в агропромышленном комплексе

Барботкина Е. С., Дунаева Е. А.
Оценка состояния агроэкосистем с использованием цифровых технологий 239

Гулянов Ю. А.
К вопросу о корреляции вегетационного индекса (NDVI) и фитометрических параметров в разновозрастных посевах полевых культур 241

Михайленко И. М., Малыгин В. Д.
Управление агротехнологиями в реальном времени 243

Попович В. В.
Статистическая оценка уровня состояния и развития сельхозтерриторий Республики Крым 245

Филина Я. А. Использование автоматизированных метеостанций в сельском хозяйстве 247

Общие вопросы развития агропромышленного комплекса

Алпатова Н. В., Дубровская И. А., Слободяник М. В.
Методы определения флавоноидов в растительном сырье и продуктах их переработки 250

Белова Н. В.
Влияние комбинации адаптогена нового поколения и пробиотика на показатели фагоцитоза овец 252

Вердыш М. В., Попова А. А.
Организационно-экономический механизм, содействующий развитию эфиромасличного производства в Республике Крым 254

Габечая В. В., Андреева И. В., Васенев И. И., Неаман А. А.
Необходимость мониторинга и оценки влияния медьсодержащих пестицидов на экологические и сельскохозяйственные функции почв 256

Галочкина В. П., Агафонова А. В., Остренко К. С., Колоскова Е. М.
Митохондриальные и пероксисомальные процессы – единая метаболическая система в организме жвачных животных и влияние на них процессов рубцовой ферментации 258

Данилова И. Л., Тимашева Л. А., Пехова О. А.
Определение содержания индивидуальных фенольных соединений в эфирных маслах растений семейства Lamiaceae 260

Езерский В. А., Колоскова Е. М., Трубицина Т. П.
Использование гена зеленого флуоресцентного белка для сайт-специфической интеграции в локус гена кислого сывороточного протеина кролика 263

Зеленский Р. А., Пачкин А. А., Иванисова М. В., Кремнева О. Ю.
Эффективность отлова хлопковой совки в агроценозе подсолнечника светодиодными ловушками 265

Зубоченко Д. В., Остапчук П. С., Зубоченко А. А., Куевда Т. А., Ильязов Р. Г.
Особенности накопления йода в мясе кроликов на фоне использования липосомальной формы антиоксидантов 267

Измаилова Д. С.
Оценка потребительских свойств коллекционных образцов томата в условиях Республики Крым 269

Колоскова Е. М., Езерский В. А., Трубицина Т. П.
Влияние микроинъекции компонентов CRISPR/Cas9 в плазмидной форме на развитие эмбрионов кролика при культивировании *in vitro* 271

Кременской В. И., Джапарова А. М. Совершенствование внутрпочвенного и капельного орошения сельскохозяйственных культур	273
Кувда Т. А., Остапчук П. С. Развитие бройлеров на фоне использования эфирного масла чабера горного	275
Курилов А. А., Кремнёва О. Ю., Гасиян К. Э., Зеленский Р. А. Дистанционное обнаружение возбудителей болезней озимой пшеницы с помощью прибора ПСЛ-3	277
Лемешевский В. О. Влияние уровня обменного протеина рациона на обеспеченность энергетических и продуктивных функций у бычков породы Шароле	279
Лисиенкова Т. С., Исаев Е. А. Анализ бизнес-процессов предприятий АПК для внедрения ИТ-инноваций	281
Овчарова А. Н. Применение пробиотических лактобацилл с целью повышения неспецифической резистентности и продуктивности кроликов	283
Остапчук П. С., Кувда Т. А., Короткий В. П. Закономерности роста, развития и основные показатели крови у цыплят мясояичного кросса Хаббард Редбро М	285
Остренко К. С. Проблемы интенсификации животноводства и пути их решения	287
Паштецкая А. В., Остапчук П. С., Емельянов С. А. Формирование питательных свойств мышечной ткани у овец на фоне применения липосомальной формы антиоксидантов	290
Пехова О. А., Тимашева Л. А., Данилова И. Л. Оптимизация способа получения салатных ароматизированных масел	292

Растениеводство, земледелие, защита растений

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-1

УДК 631:631.9:631.95

Аканова Наталья Ивановна¹, Визирская Мария Михайловна², Бельтюков Леонид Петрович³

**Влияние фосфогипса на плодородие черноземных почв и продуктивность льна
масличного и озимой пшеницы**

¹ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»;

²ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

e-mail: N_Akanova@mail.ru

Включение в систему питания растений фосфогипса (ФГ) позволяет решить комплекс задач: максимально возможное использование сырьевых ресурсов, улучшение экологической обстановки, повышение плодородия почв и продуктивности растений. Цель работы состояла в агроэкологической оценке последствий нейтрализованного (ФГ) на плодородие почвы и продуктивность льна масличного и озимой пшеницы. Производственные опыты проведены в 2017-2018 гг. в условиях в Целинского района Ростовской области. В качестве объектов в опыте изучали лен масличный сорта ВНИИМК – 620 и озимую пшеницу сорта Гром. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Внесение ФГ способствовало улучшению агрофизических и агрохимических показатели почвы (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы (0-30 см)

Вариант	рН	Гумус, %	Содержание, мг/кг почвы			Плотность почвы, г/см ³
			P ₂ O ₅	K ₂ O	S-SO ₄	
До всходов						
Контроль (б/уд.)	8,3	3,40	18,6	385	2,0	1,41
Фосфогипс, 5 т/га	8,1	3,42	31,1	403	10,1	1,28
После уборки урожая льна						
Контроль (б/уд.)	8,3	3,37	19,2	361	3,5	1,33
Фосфогипс, 5 т/га	7,7	3,38	24,4	421	19,4	1,28
После уборки урожая озимой пшеницы						
Контроль (б/уд.)	8,3	3,37	19,2	373	4,0	1,35
Фосфогипс, 5 т/га	8,3	3,38	35,1	430	24,9	1,17

Отмечено, что, начиная с фазы бутонизации и до полной спелости в варианте с применением ФГ сокращалась вегетация растений льна на 2-3 дня по сравнению с контролем. Проведение структурного анализа снопов показало, что наибольшие показатели высоты растений, их количества на 1м², количество коробочек и семян на одном растении, а также масса семян с одного растения были получены в варианте с применением ФГ (таблица 2).

Таблица 2 – Структура урожая льна масличного

Наблюдаемые параметры		Контроль (б/удобрений)	Фосфогипс, 5 т/га
Высота растений, см		57,1	65,4
Количество	растений, шт./м ²	501	545
	коробочек на растении, шт.	14,8	15,3
	семян в коробочке, шт.	5,7	6,2
	семян с растения, шт.	84	95
Масса, г	семян с одного растения	0,31	0,34
	1000 семян	3,7	3,6
Масличность семян, %		30,61	32,0
Сбор масла, т/га		0,41	0,54
Урожайность, т/га		1,33	1,69

Данные учета урожайности льна свидетельствуют о том, что в варианте с применением ФГ получено 1,69 т/га семян, прибавка составила 0,36 т/га или 27%. Наибольшее содержание и сбор масла с единицы площади обеспечивал вариант с применением ФГ.

На второй год после внесения ФГ возделывалась озимая пшеница. В течение вегетации определяли влажность почвы и запасы продуктивной влаги в слоях 0-20; 0-30; 0-50 и 0-100 см. Максимальная влажность почвы и запасы продуктивной влаги отмечены во время возобновления вегетации озимой пшеницы, и они значительно больше в варианте с внесением ФГ. Так, в слое почвы 0-100 см их содержание составило 90,1 мм в контроле и 96,4 мм в варианте с применением фосфогипса.

При практически одинаковом количестве растений на 1 м² 249 и 248 шт./м² наблюдается значимая разница в массе снопа, в варианте с ФГ она на 36,5 г больше, чем в контроле. В этом же варианте отмечено и более высокое содержание элементов питания, особенно азота и калия. Известно, что наилучшее соотношение N:P для получения высококачественного продовольственного зерна – 10:1 и/или 11:1. Как видно в варианте с ФГ вероятность получения продовольственного зерна более высокая (таблица 3).

Таблица 3 – Состояние растений озимой пшеницы в фазе выхода в трубку

Вариант опыта	Количество, шт./м ²		Кустистость	Масса снопа, г/м ²	Содержание, %*			N:P
	растений	стеблей			N	P	K	
Контроль	249	556	2,23	870,3	2,16	0,36	3,93	6:1
ФГ, 5 т/га	248	533	2,15	906,8	2,71	0,31	4,49	9:1

Примечание. *содержание на абсолютно сухое вещество.

Наибольшие показатели высоты растений (76,7 см) и длины колоса (7,3 см) были отмечены в варианте с фосфогипсом, что на 2,3 см и 0,8 см больше чем в контроле (таблица 4).

Таблица 4 – Структура урожайности озимой пшеницы

Показатель	Вариант опыта	
	Контроль, б/уд.	ФГ, 5 т/га
Количество растений, шт./м ²	282	346
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	784	812
Масса сухого снопа, г/м ²	1523,8	1625,4
Масса зерна со снопа, г/м ²	578,7	807,5
Уборочный индекс (K _{хоз}), %	38,0	50,0
Количество зерен в колосе, шт.	16,7	23,4
Масса зерна с колоса, г	0,74	0,99
Урожайность, т/га	4,74	5,48

Повышение урожайности озимой пшеницы в условиях с применением ФГ обусловлено формированием большего числа растений (346 шт./м²) и продуктивных стеблей (812 шт./м²) на единицу площади. Учет урожая зерна в варианте с ФГ – 5,48 т/га, в контроле – 4,47 т/га, прибавка составила 0,74 т/га или 15,6% (НСР₀₅ = 0,28). Уборочный индекс озимой пшеницы был более высоким в условиях внесения ФГ и составил 50,0%, а в контроле – 38,0%.

Последствие ФГ оказало положительное влияние на показатели качества зерна: содержание белка – 14,39%, клейковины – 23,9%, стекловидность – 53%, что достоверно выше, чем в контроле на 1,81; 2,8; 3% соответственно. Качество клейковины и масса 1000 зерен были в вариантах практически одинаковыми. Клейковина имела II группу качества в обоих вариантах (80 и 87 ед. прибора ИДК).

Внесение ФГ в дозе 5,0 т/га обусловило накопление и кальция, и стронция, при этом выявлена дискриминация стронция. Увеличение содержания кальция по отношению к контролю составило +226 мг/кг. Одновременно увеличилось содержание стронция в зерне до 1,32 мг/кг. Величина КД составила 7,62, что свидетельствует о том, что растения преимущественно накапливают кальций (КД >1).

UDC 631:631.9:631.95

Akanova N. I., Vizirskaya M. M., Beltyukov L. P.

Effect of phosphogypsum on the fertility of chernozem and productivity of oil flax and winter wheat

Summary. Introduction of 5.0 t/ha of phosphogypsum contributed to the receipt of 1.69 t/ha of oil flax seeds; yield increase was 0.36 tons per hectare or 27%. The content and collection of oil also reliably increased. Winter wheat grain yield in the variant with phosphogypsum was 5.48 tons per hectare; yield increase, in this case, reached 0.74 tons per hectare or 15.6%. Harvest index (HI) of winter wheat in the trial fields with phosphogypsum was 50.0%; the same in the control variant (without phosphogypsum) – 38.0%.

Keywords: phosphogypsum, oil flax, winter wheat, soil fertility, yield.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-2

УДК 631.4:631.588:577.17.049:631.11

Аникина Людмила Матвеева, Удалова Ольга Рудольфовна, Панова Гаянэ Геннадьевна

Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы кремнийсодержащими хелатными микроудобрениями на рост и развитие ее проростков

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

e-mail: lanikina@yandex.ru

Интенсификация производства зерновых культур сопряжена с увеличением выноса из почвы элементов питания, в том числе микроэлементов, оказывающих существенное влияние на рост и развитие растений. Для успешного возделывания предпосевная обработка семян яровой пшеницы микроудобрениями – один из самых эффективных и экономичных способов обеспечения растений необходимыми микроэлементами уже на самых ранних сроках развития. Поступая вместе с водой через оболочку семени, микроэлементы стимулируют ростовые процессы зародыша и первичных корешков, обеспечивая потенциал последующих этапов органогенеза [1]. Включение кремния в состав микроудобрений способствует усилению обменных процессов в растениях и лучшему усвоению ими элементов питания [2].

Цель исследования – оценка влияния разработанных в ФГБНУ АФИ кремнийсодержащих хелатных микроудобрений (КХМ) на энергию прорастания, всхожесть семян и биометрические показатели роста проростков яровой пшеницы.

Предмет исследования – кремнийсодержащие хелатные микроудобрения [3]. Воздействие растворов КХМ на растения осуществляли путем обработки семян яровой пшеницы в следующих концентрациях: 0,5; 1,0; 3,0; 5,0 мг/л. Объекты исследования – семена и проростки яровой пшеницы сортов Эстер и Ленинградская-6, районированных для Центрального и Северо-Западного регионов соответственно.

Предпосевную обработку семян проводили в 2019 г. путем распыления препарата соответствующей концентрации из пульверизатора в лабораторных условиях. После просушки семян проращивание и оценку их ростовых показателей осуществляли по стандартным методикам [4]. Статистическая обработка результатов выполнена с помощью программного обеспечения MS Excel 2003. Определяли средние значения изучаемых показателей и их доверительные интервалы. Достоверность различий между вариантами оценивали при помощи методов параметрической статистики (t-критерий Стьюдента) и считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Проведенные исследования показали, что растворы КХМ оказывают положительное действие на энергию прорастания семян яровой пшеницы обеих сортов во всех испытываемых концентрациях (таблица).

При этом достоверное увеличение данного показателя установлено для яровой пшеницы сорта Эстер в концентрации КХМ 5 мг/л, а для Ленинградской 6 – в концентрациях 0,5–5,0 мг/л.

Выраженное на ранних этапах (третьи сутки) стимулирующее влияние КХМ на прорастание семян обоих сортов яровой пшеницы сохраняется к седьмым суткам в виде слабой тенденции в вариантах их обработки растворами КХМ в концентрациях 1,0; 3,0; и 5,0 мг/л. При этом установлено достоверное увеличение длины корней у пшеницы сорта Эстер в варианте обработки раствором КХМ в концентрации 1 мг/л, длины корней и/или ростков у пшеницы Ленинградская 6 в вариантах с обработкой КХМ в концентрациях 1,0; 3,0; и 5,0 мг/л.

При использовании остальных испытываемых концентраций КХМ оказывал слабое стимулирующее воздействие, за исключением варианта обработки им семян яровой пшеницы сорта Эстер в концентрации 5 мг/л, где выявлено достоверное снижение длины корней.

Таблица – Энергия прорастания, всхожесть и биометрические показатели проростков яровой пшеницы Эстер и Ленинградская 6 после обработки их семян растворами кремнийсодержащих хелатных микроудобрений

Вариант опыта	Энергия прорастания		Всхожесть		Длина ростка		Длина корня	
	%	% от контроля	%	% от контроля	см	% от контроля	см	% от контроля
яровая пшеница сорта Эстер								
Контроль	67±3	100	80±3	100	10,3±0,6	100	14,8±0,5	100
0,5 мг/л	72±3	107	80±2	100	10,4±0,5	101	15,7±0,7	106
1 мг/л	74±4	110	82±2	103	10,9±0,6	106	15,7±0,4*	106*
3 мг/л	74±4	110	82±3	103	10,6±0,7	103	15,1±0,5	102
5 мг/л	80±3*	119*	85±3	106	10,6±0,7	103	9,4±0,5	63
яровая пшеница сорта Ленинградская 6								
Контроль	71±3	100	98±3	100	10,0±0,2	100	12,2±0,2	100
0,5 мг/л	85±3*	120*	98±3	100	10,1±0,3	101	12,2±0,1	100
1 мг/л	87±4*	123*	99±3	101	10,4±0,2*	104*	12,4±0,2	102
3 мг/л	90±4*	127*	101±2	103	10,8±0,2*	108*	12,9±0,2*	106*
5 мг/л	89±4*	125*	99±2	101	11,0±0,3*	110*	12,6±0,2*	103*

Примечание. * значение достоверно отличается от контрольного при 5 % уровне значимости.

Отмеченные различия в ответных реакциях двух сортов яровой пшеницы, районированных для разных климатических зон, на предпосевную обработку семян КХМ могут быть объяснены их генотипическими особенностями.

Таким образом, проведенные исследования влияния предпосевной обработки семян яровой пшеницы Эстер и Ленинградская 6 разработанными кремнийсодержащими хелатными микроудобрениями (КХМ) показали сортовые особенности ответных реакций растений на ранних этапах их развития. Установлено, что более выраженный стимулирующий эффект КХМ проявляется в отношении пшеницы сорта Эстер при концентрации 1,0 мг/л, а сорта Ленинградская 6 – при концентрациях 3,0 и 5,0 мг/л.

Литература

1. Корягин Ю. В. Влияние применения биопрепаратов и микроэлементов на посевные качества семян яровой пшеницы // Достижения науки техники АПК. 2014. Т. 28. № 10. С. 29–30.
2. Snyder G. H., Matichenkov V. V., Datnoff L. E. Silicon / In the Handbook of Plant Nutrition. Taylor and Francis, 2016. P. 551–568.
3. Патент РФ на изобретение №2515389 от 29.08.2012 г. «Кремнийсодержащее хелатное микроудобрение и способ его получения» // Аникина Л. М., Панова Г. Г. 2014. Бюл. № 13.

4. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв М-П-2006 / Федеральный реестр ФР.1.39.2006.02264. Санкт-Петербург. 2009. 16 с.

UDC 631.4:631.588:577.17.049:631.11

Anikina L. M., Udalova O. P., Panova G. G.

Effect of pre-sowing treatment of spring wheat seeds with silicon-containing chelate microfertilizer on the growth and development of seedlings

Summary. The influence of pre-sowing seed treatment of spring wheat varieties ‘Ester’ and ‘Leningradskaya 6’ with silicon-containing chelate microfertilizer (SCM) on the seedlings’ growth and development was studied. Varietal differences of spring wheat in response to pre-sowing seed treatment with SCM were revealed. For both wheat varieties, this fertilizer stimulates the germination energy and germination itself. Thus, after SCM treatment at a concentration of 5 mg/l, there was a significant increase in ‘Ester’ seed germination energy (by 19 %) compared to control, as well as by 20–27 % in ‘Leningradskaya 6’ variety. More pronounced stimulating effect of SCM was observed for ‘Ester’ at a concentration of 1.0 mg/l; the same for ‘Leningradskaya 6’ – at a concentration of 3.0 and 5.0 mg/l.

Keywords: silicon-containing chelate microfertilizer, spring wheat seeds, germination, biometric characteristics of the seedlings growth.

DOI 10.33952/2542-0720-2020--5-9-10-3

УДК 632.4.01/08

Астапчук Ирина Леонидовна, Марченко Никита Александрович, Якуба Галина Валентиновна, Насонов Андрей Иванович

Подбор оптимальной среды для культивирования *Fusarium sporotrichioides* Sherb.

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
e-mail: Irina_astapchuk@mail.ru

В насаждениях яблони Юга России микромицет *Fusarium sporotrichioides* Sherb. является одним из возбудителей гнили сердцевины плодов яблони [1]. Для выделения и идентификации грибов рода *Fusarium* Link. используют различные питательные среды, например, синтетическую среду Ниренберга, гвоздично-листовой агар (ГЛА), мясопептонный агар (МПА) и сусло-агар [2, 3]. Различные источники питания оказывают неодинаковое воздействие на жизнедеятельность патогенов как в почве и растениях, так и в чистой культуре. При культивировании гриба на разных питательных средах изменяется характер роста и окраска мицелия, образование конидий и хламидоспор [4].

Цель исследований – изучить влияние различных питательных сред на рост и морфолого-культуральные признаки гриба *F. sporotrichioides*.

Исследования проведены в 2020 г. в лаборатории биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов ФГБНУ СКФНЦСВВ. Моноконициальные изоляты *F. sporotrichioides* были выделены из семенной камеры пораженных гнилью сердцевины плодов яблони. Посев культуры грибов произведен в трехкратной повторности на десяти средах: Чапека [5], Ниренберга [3], Мурасиге и Скуга [3], овсяной агар, томатный агар, сусло-агар [5], морковный агар [2], картофельно-глюкозный агар [5], водный и мальц-пептонный агары [6]. Учет роста и развития колоний грибов проводили на третьи, четвертые, пятые и седьмые сутки после посева, учет степени спороношения – на седьмые, десятые, четырнадцатые сутки.

В ходе опыта в зависимости от питательной среды отмечено варьирование не только роста колоний патогена, но и культуральных признаков (рисунок 1).

Изоляты на различных средах отличались формой и структурой, а также цветом колоний. Например, на двух средах – овсяном агаре и среде Ниренберга –

патоген имел мицелий белого цвета, на всех остальных – разные оттенки розового с белыми вкраплениями. Наибольший рост мицелия отмечен на естественных питательных средах: на морковном и томатном агарах (рисунок 2). Среди синтетических питательных сред максимальный рост патоген показал на средах Ниренберга и Мурасиге и Скуга. На овсяном и сусло-агарах микромицет имел средний рост колоний по сравнению с другими средами. Наименьший диаметр мицелия был на картофельно-глюкозном агаре, среде Чапека и на мальц-пептонном агаре. Следует отметить, что на водном агаре гифы были прозрачными, тонкими и еле различимыми на питательной среде.



Рисунок 1 – Влияние различных питательных сред на культуральные признаки *Fusarium sporotrichioides* (седьмые сутки)

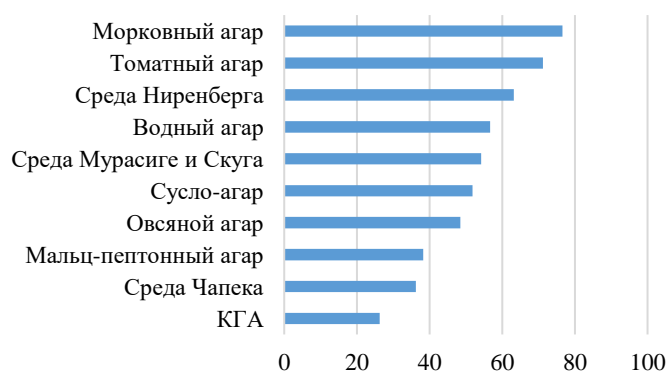


Рисунок 2 – Диаметр мицелия (мм) *Fusarium sporotrichioides* в зависимости от питательной среды (седьмые сутки)

Максимальная степень конидиального спороношения у гриба была зафиксирована на морковном, томатном и картофельно-глюкозном агарах, а также на среде Ниренберга. Причем большее количество макроконидий было зафиксировано на среде Ниренберга. Максимальное количество микроконидий наблюдали на морковном агаре. Минимальную степень спороношения патоген показал на средах Чапека и Мурасиге и Скуга. На сусло-агаре, мальц-пептонном и овсяном агарах гриб

имел среднюю степень спороношения. На водном агаре споры отсутствовали. Также следует отметить, что во всех средах макроконидии были еще не зрелыми на четырнадцатый день учета, кроме КГА, на котором они созрели уже на десятый день.

Сравнительное изучение скорости роста мицелия *F. sporotrichioides* позволило выделить как наиболее пригодные для культивирования и идентификации этого вида две из десяти питательных сред, а именно морковный и томатный агары по следующим критериям: обеспечение максимальной степени спороношения и быстрого роста и развития мицелия, легкость в приготовлении. Среду Ниренберга можно использовать для получения большого количества конидий гриба. В связи с высокой вариативностью культуральных признаков *F. sporotrichioides* рекомендуем использовать среды различного состава.

Литература

1. Якуба Г. В., Мищенко И. Г. Распространение грибов рода *Fusarium* на плодовых культурах юга России // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 58. С. 206–211.
2. Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М., Новожилов К. В. Фузариоз зерновых культур // Защита и карантин растений. Приложение. 2011. № 5. 44 с.
3. Осокина Н. В. Морфологические реакции яровой тритикале и грибов рода *Fusarium* L. на воздействие регуляторов роста. Автореф. дисс. канд. с-х. наук. М.: РГАУ-МСХА, 2016. 23 с
4. Султанова М. Х. Влияние источников питания на рост, развитие и патогенность гриба *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2011. Т. 54. № 10. С. 851–855.
5. Практикум по микробиологии: учеб. пособие // Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.
6. Leslie J. F., Summerell B. A. The *Fusarium* Laboratory Manual. Australia: Blackwell Publishing, 2006. P. 388.

UDC 632.4.01/08

Astapchuk I. L., Marchenko N. A., Yakuba G. V., Nasonov A. I.

Selection of the optimal culture medium for cultivation *Fusarium sporotrichioides* Sherb.

Summary. The influence of various culture media on the growth, morphological and cultural characteristics of the fungus *F. sporotrichioides* was studied. Ten culture media were used in our research. A comparative study of the growth rate of the *F. sporotrichioides* mycelium made it possible to identify two media that are the most suitable for the cultivation and identification of this species, namely carrot and tomato agar. We took into account such criteria as ensuring the maximum degree of sporulation, rapid growth and development of mycelium (the 7th day), colony diameter (71–78 mm), as well as the ease of preparation. Nirenberg culture medium can be used to obtain a large number of conidia of the fungus. Because of the high variability of cultural characteristics of *F. sporotrichioides*, we recommend using different composition of media.

Keywords: apple-tree, *Fusarium sporotrichioides*, growing medium.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-4

УДК 633.8/665.5

Белова Ирина Викторовна¹, Грунина Елена Николаевна¹, Глумова Наталья Всеволодовна²

Перспективы комплексной переработки розмарина в Крыму

¹ФГБУН «Научно - исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

² Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
e-mail: Belova_Irina80@mail.ru

Природно-климатические условия Крыма оптимальны для выращивания основных и перспективных эфиромасличных культур. Среди перспективных эфиромасличных культур особый интерес производителей эфиромасличной продукции вызывает культура розмарина лекарственного, растущего повсеместно на

Южном берегу Крыма, эфирное масло которого пользуется высоким спросом и востребовано на отечественном и мировом рынках эфиромасличной продукции.

Розмарин (*Rosmarinus officinalis* L.) – вечнозеленый, теплолюбивый кустарник семейства Яснотковых *Lamiaceae* известен с библейских времен, в Древней Греции и Риме широко использовался в лечебных целях. Розмарин существует в виде нескольких хемотипов, отличающихся окраской цветков и компонентным составом эфирного масла, при этом промышленное значение имеют два основных: камфорно-борнеольный (содержание камфоры составляет 7,0–25,0 %, борнеола – 3,0–14,0 %) и цинеольный (содержание 1,8-цинеола составляет 11,0–13,0%) [1, 2].

Эфирное масло розмарина (*Oil of Rosemary*) получают из надземной части растения в фазу массового цветения методом паровой дистилляции, его промышленный выход в пересчете на свежее сырье составляет 1–1,5 %. Вырабатывается в сравнительно небольших объемах, основными его производителями являются Испания (поставляет на мировой рынок эфирное масло камфорно-борнеольного типа), а также Тунис, Марокко, Италия (поставляют на мировой рынок эфирное масло преимущественно цинеольного типа) [3]. С давних времен Венгрия также является поставщиком продуктов переработки розмарина на мировой рынок, при этом венгерское эфирное масло в большей степени относится к камфорно-борнеольному типу [1]. Переработка сырья розмарина с целью получения эфирного масла осуществлялась в Крыму в 60–70-е гг. XX столетия на единственном заводе в п. Наташино, который входил в состав Алуштинского эфиромасличного комбината. В настоящее время переработка розмарина лекарственного с целью получения эфирного масла в небольших объемах осуществляется в Крыму на предприятии АО «Алуштинский эфиромасличный совхоз-завод» (п. Розовый). Натуральное эфирное масло находит широкое применение для производства парфюмерных отдушек, мыловаренном производстве, производстве товаров бытовой химии, а также нетрадиционной медицине при заболеваниях опорно-двигательного аппарата. Стоимость эфирного масла розмарина зависит от его состава и на мировом рынке составляет 50–80 долларов США за 1 кг. Достаточно высокий коммерческий спрос на эфирное масло розмарина обуславливает интерес производителей эфиромасличной продукции к этой культуре, а в связи с необходимостью расширения ассортимента отечественной эфиромасличной продукции в целях максимально возможного импортозамещения товаров [4]. Переработка сырья розмарина только для получения эфирного масла по классической схеме переработки цветочно-травянистого сырья не позволяет использовать большей части фитопотенциала этой культуры, содержащей в своем составе аминокислоты, фитостерины, витамины [5, 6]. Комплексная переработка сырья розмарина лекарственного позволит получить ряд ценных дополнительных продуктов, которые найдут свое применение, в производстве парфюмерно-косметической продукции и в производстве лечебно-профилактических и фармацевтических препаратов.

Цель работы – предложить комплексную технологию переработки сырья розмарина лекарственного, обосновать ее применение для максимально возможного использования фитопотенциала растения и показать ее перспективы для расширения ассортимента востребованной отечественной эфиромасличной продукции.

Сырье розмарина, выращенное в условиях Южного берега Крыма (г. Алушта, г. Ялта) отбирали в фазу массового цветения [7]. Исследования технологических режимов и параметров переработки сырья розмарина проводили в лабораторных условиях отдела переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «НИИ сельского хозяйства Крыма» в период цветения розмарина в 2018 и 2019 гг.

Содержание влаги в сырье определяли гравиметрическим методом, массовую долю эфирного масла – способом паровой дистилляции, которую проводили в

лабораторных кубиках с гидравлическим затвором [8]. Для получения водного концентрата розмарина конденсат, образовавшийся после паровой дистилляции сырья, фильтровали для удаления механических примесей, далее упаривали на кипящей водяной бане и помещали в сушильный шкаф при температуре 120°C в течение шести часов до полного высушивания. Для получения спиртового экстракта розмарина обыкновенного отходы сырья после отбора средней пробы и дистилляции заливали 50 % раствором спирта этилового ректифицированного в соотношении 1:2 при температуре 45–50 °С и настаивали в течение 4-6 часов в темном месте при постепенном снижении температуры до +8° С (± 1 °С). После окончания процесса настаивания водно-спиртовой экстракт отфильтровывали и отгоняли летучие ароматические соединения со спиртом этиловым, используя вакуумный роторный испаритель ИРФ-1, при температуре 38 °С и остаточном давлении 13,3–15,5 кПа. Компонентный состав эфирного масла определяли методом хромато-масс-спектрометрии на приборе HP Agilent 6890&MSD 5893 (USA), в режиме программирования температуры 70–160 °С со скоростью 2°/минуту, колонки капиллярные кварцевые, неподвижная жидкая фаза Carbowax 20M, газ-носитель – гелий, время анализа – 45 минут.

Влажность сырья составила 55,6 % (2018 г.) и 64,3 % (2019 г.). Выход эфирного масла составил 1,04 % (2018 г.) и 1,16% (2019 г.) к массе свежего сырья. Эфирное масло розмарина представляло собой легкоподвижную жидкость светло-желтого цвета с бальзамическим запахом и жгучим пряно-ароматическим вкусом. В составе эфирного масла, выделенного из сырья урожая 2019 г. идентифицированы терпеновые углеводороды (α -пинен, β -пинен, γ -терпинен, лимонен, мирцен, сабинен), суммарное их содержание составляет 40,92% (рисунок).

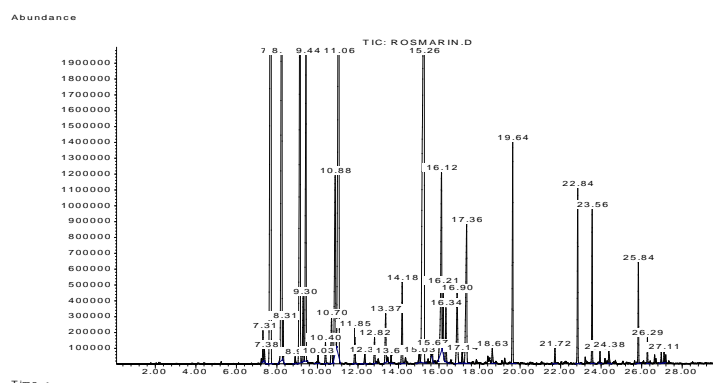


Рисунок – Типичная хроматограмма эфирного масла розмарина лекарственного

Содержание 1,8-цинеола в составе эфирного масла составило 13,55 %, содержание камфоры и борнеола находилось на уровне 15,29 % и 3,57 % соответственно. Душистая вода розмарина, полученная после отделения первичного эфирного масла, содержит в своем составе эфирное масло, которое придает ей характерный аромат и свойства (содержание эфирного масла – 0,031 %), она обладает антиоксидантным, бактерицидным действием, усиливает действие антицеллюлитных препаратов.

Водный, упаренный концентрат розмарина представляет собой густую мазеобразную массу темного цвета с характерным запахом и может быть использован в качестве наружного средства для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата. Лиофилизированный водный экстракт розмарина лекарственного обладает противовоспалительным действием. Входит в состав фармацевтического препарата «Канефрон». Спиртовой экстракт розмарина лекарственного – аналог широко известной «Воды королевы Венгрии» – натуральный ароматический продукт. По данным

литературы, способен оказывать тонизирующее, омолаживающее и очищающее действие на кожу, активизировать микроциркуляцию крови. Возможно использование в производстве парфюмерных изделий (туалетных, парфюмированных вод).

Результаты проведенных исследований дают основание считать, что комплексная переработка сырья розмарина лекарственного должна включать следующие стадии: приемка сырья на перерабатывающее предприятие; измельчение сырья; паровая дистилляция в аппаратах периодического действия; конденсация паров эфирного масла и воды в теплообменнике, декантация эфирного масла в приемнике маслоотделителе; приведение эфирного масла в товарный вид, включающий отстаивание и вакуум-сушку; сбор и фильтрация дистилляционной воды; фасовка, упаковка натуральной, душистой воды (гидролата). Дополнительными технологическими процессами комплексной переработки сырья розмарина следует считать: сбор жидкой фазы отходов после дистилляции (конденсат), упаривание конденсата, получение водного концентрата розмарина, при возможности – его лиофилизацию, а также экстракцию отходов свежего сырья и твердой фазы отходов после дистилляции этиловым спиртом, получение спиртового экстракта, его фасовка, упаковка.

Предлагаемая комплексная технологическая схема отличается от классической тем, что позволяет на 90 % использовать фитопотенциал растительного сырья розмарина лекарственного. В результате комплексной переработки кроме эфирного масла розмарина возможно получение дополнительных товарных продуктов: натуральной душистой воды (гидролата) розмарина, водного концентрата розмарина (упаренного, лиофилизированного), спиртового экстракта розмарина, которые позволят перерабатывающему предприятию получить дополнительную прибыль и будут востребованы в различных отраслях промышленности.

Литература

1. Войткевич С. А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М: Пищевая промышленность, 1999. 282 с.
2. Работягов В. Д., Палий А. Е., Курдюкова О. Н. Эфирные масла ароматических растений. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 207с.
3. ГОСТ ISO 1342-2017. Масло эфирное розмариновое (*Rosmarinus officinalis* L.). Технические условия. Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2017. 16 с.
4. Черкашина Е. В. Процесс интеграции Республики Крым в Российское экономическое пространство как стимул развития эфиромасличной и лекарственной отрасли страны // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12776> (дата обращения: 26.03.2020).
5. Логвиненко Л. А., Хлыпенко Л. А., Марко Н. В. Ароматические растения семейства Lamiaceae для фитотерапии. Фармация и фармакология. 2016. № 4(4). С. 34–47. DOI: 10.19163/2307-9266-2016-4-4-34-47.
6. Никитина А. С., Тохсырова З. М. Элементный состав побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.), интродуцированного в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института // Фармация и фармакология. 2017. Т.5. № 6. С. 581–588. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elementnyy-sostav-pobegov-rozmarina-lekarstvennogo-rosmarinus-officinalis-l-introdutsirovannogo-v-botanicheskom-sadu-pyatigorskogo> (дата обращения: 27.03.2020).
7. ГОСТ 34213-2017. Сырье эфиромасличное цветочно-травянистое. Методы отбора проб, определения влаги, примесей и эфирного масла. М.: Стандартинформ, 2017. 23 с.
8. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел // Под ред. Карпачевой А. Н. Симферополь. ВНИИЭМК. 1972. 107 с.

UDC 633.8/665.5

Belova I. V., Grunina E. N., Glumova N. V.

Prospects for the integrated processing of rosemary in the Crimea

Summary. A complex technology for processing raw rosemary is proposed. This technological scheme allows making maximum use of the phytopotential of *Rosmarinus officinalis* L. raw materials and expanding the range of essential oil products. As a result of complex processing, it is possible to obtain not only rosemary essential oil but also such

additional products as natural fragrant water, aqueous and alcoholic extracts of rosemary, etc. These products will allow the processing company to gain extra income and will be in demand in various industries.

Keywords: rosemary raw materials, rosemary essential oil, complex technology, processing of rosemary raw material, aqueous extract of rosemary, alcoholic extract of rosemary.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-5

УДК 632.937:634.8

Буровинская Маргарита Владимировна, Юрченко Евгения Георгиевна

Вредоносность альтернариозной пятнистости на различных по генотипу сортах винограда

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
e-mail: yug.agroekos@yandex.ru

Альтернариозная пятнистость является новым заболеванием для культуры винограда в Западном Предкавказье, отмечается с середины двухтысячных годов XXI века, особенно сильно поражает листья. Признаками болезни являются округлые некротические пятна черного, темно-бурого, сероватого цвета [1]. Некрозы могут быть вызваны различными стратегиями вирулентности микопатогена – ферментами, разрушающими клеточную стенку, фитотоксическими соединениями и активными формами кислорода (АФК) для индуцирования некроза [2–4]. Листья, пораженные альтернариозом, становятся хлоротичными, при сильном поражении – усыхают.

Целью исследований было оценить вредоносность альтернариоза при развитии на различных по генотипу сортах винограда.

Исследования проводили на виноградниках АО «Южная» Темрюкского района. Объектами исследований являлись альтернариозная пятнистость и растения винограда сортов Совиньон блан и Бианка. Сорт Совиньон блан – белый технический сорт винограда западноевропейской эколого-географической группы – *Vitis vinifera* convar. occidentalis Negr. subconvar. gallica Nem.; сорт Бианка – белый технический евроамериканский гибридный сорт (сложный межвидовой гибрид – *V. vinifera* + *V. labrusca* + *V. riparia* + *V. rupestris* + *V. berlandieri* + *V. aestivalis* + *V. cinerea*) [5]. Учеты развития и распространения болезни проводили в течение 2018–2019 гг. с помощью маршрутных обследований стационарных опытных участков виноградников по адаптированной методике [1]. Идентификацию патогенов проводили в лабораторных условиях с помощью посева на картофельно-морковный агар по Симмонсу [6]. Вредоносность устанавливали по снижению среднего урожая с куста и сахаристости сока ягод у больных растений относительно здоровых в процентах [7]. Массовую концентрацию сахаров определяли рефрактометрическим методом согласно ГОСТ 27198-87, урожай учитывали вручную путем взвешивания в четырехкратной повторности с варианта [8]. На каждую градацию поражения альтернариозом брали по восемь кустов (четыре повторности по два куста).

В 2018 и 2019 гг. динамика развития и распространения альтернариоза была схожей. Первые признаки альтернариоза на листьях на сорте Бианка появились в фенофазу «конец цветения», на сорте Совиньон блан – в фенофазу «конец формирования грозди». В июне показатели развития и распространения болезни на сорте Бианка (в среднем по годам) составляли 40,7 и 78,1 %, в июле – 70,9 и 85,4 %, в августе – 90,8 и 95,7 % соответственно. Течение болезни на сорте Совиньон Блан отличалось меньшей интенсивностью – развитие и распространение в июле отмечено на уровне 1,3 и 10,2 %, в августе – 12,1 и 20,3 % соответственно. Таким образом, разница в интенсивности развития и распространения альтернариоза внутри- и межвидового гибридов винограда составляла 78,7 и 75,4 % в конце вегетационного периода.

Вредоносное влияние альтернариоза на урожайность и качество винограда сорта Совиньон блан было незначительным. Установлено снижение продуктивности и качества винограда при среднем и сильном развитии альтернариоза на гибридном сорте Бианка (таблица).

Виды, выделенные с пораженных листьев, были идентифицированы по морфологическим признакам как *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire и *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. [6].

Таблица – Влияние степени поражения альтернариозом винограда (*A. tenuissima*) на урожай и качество продукции, сорт Бианка (2018–2019 гг.)

Степень поражения болезнью	Развитие болезни (R),%	Урожай с куста, кг	Достоверный ущерб, %	Массовое содержание сахаров, г/100см ³	Достоверный ущерб, %
Без поражения	0	8,87	–	19,4	–
Слабая	7,3–10,1	8,99	–	19,1	–
Средняя	25,5–37,7	6,77	23,67	18,6	4,12
Сильная	56,4–68,1	4,65	47,58	17,9	7,73
НСР ₀₅		2,0512		0,6557	

Результаты исследований показали, что альтернариоз во вредоносной форме развивается на евроамериканском сорте Бианка, при сильном развитии может снизить урожай с куста на 48,6 %, а содержание сахаров – на 7,7 %. При разработке мер контроля необходимо учитывать характер патогенеза альтернариоза на внутри- и межвидовых гибридах.

Литература

1. Юрченко Е. Г. Методика оценки устойчивости винограда к возбудителю альтернариоза. Современная методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда: монография. Краснодар, 2017. С. 228–237.
2. MacKinnon S. L., Keifer P., Ayer W. A. Components from the phytotoxic extract of *Alternaria brassicicola*, a black spot pathogen of canola // *Phytochemistry*. 1999. No. 51. P. 215–221.
3. Horbach R., Navarro-Quesada A. R., Knogge W., Deising H. B. When and how to kill a plant cell: infection strategies of plant pathogenic fungi // *Journal of Plant Physiology*. 2011. No. 168. P. 51–62.
4. Torto-Alalibo T., Meng S., Dean R. A. Infection strategies of filamentous microbes described with the Gene Ontology // *Trends in Microbiology*. 2009. No. 17(7). P. 320–327.
5. Трошин Л. П. Ампелография и селекция винограда. Краснодар: Изд. «Вольные мастера», 1999. 138 с.
6. Simmons E. G. *Alternaria: an identification manual*. CBS Biodiversity Series, 2007. 775 p.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВИЗР, 2009. 377 с.
8. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда // Под ред. Серпуховитиной К. А. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСИВ, 2010. 182 с.

UDC 632.937:634.8

Burovinskaya M. V., Yurchenko E. G.

Harmfulness of *Alternaria* leaf spot on various genotypes of grape varieties

Summary. The aim of the research was to assess the harmfulness of alternariosis on various genotypes of grape varieties. The difference in the intensity of development and spread of alternariosis in intra- and interspecific hybrids of grapes was 78.7 and 75.4 % at the end of the growing season. No harmful effect of alternariosis on the yield and quality of grapes of intraspecific hybrid ('Sauvignon Blanc' variety) was detected. Strong development on an interspecific hybrid ('Bianca' variety) led to the yield decrease by 48.6 %, and sugar content reduction – by 7.7 %.

Keywords: grapes, *Alternaria* leaf spot, genotype of grape varieties, distribution, development.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-6

УДК 635.63.044:632.952

Вабищевич Виктория Викторовна, Волчкевич Ирина Георгиевна

Результаты применения фунгицидов в производственных посадках огурца защищенного грунта

РУП «Институт защиты растений»
e-mail: onionprotect@yandex.by

С целью круглогодичного обеспечения потребительских запросов свежими овощами в Беларуси произошел полный переход возделывания томата и огурца в условиях защищенного грунта [1].

Выращивание огурца проходит в два или три оборота с использованием высокоурожайных гибридов с различной характеристикой устойчивости к патогенным микроорганизмам [2]. В тоже время, из-за отсутствия длительного технологического разрыва между сезонными оборотами в теплицах происходит накопление инфекционного фона, а также занос патогенов с семенами или с прилегающих территорий открытого грунта, что неизбежно влияет на показатель урожайности культуры [3]. Особую актуальность в посадках огурца защищенного грунта приобретают такие болезни как аскохитоз (возбудитель – *Ascochyta cucumeris* Fautrey & Roum. (телеоморфа – *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm)) и мучнистая роса (возбудители: *Sphaerotheca fuliginea* (Schldt.) Pollacci) и *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V. P. Heluta), которые при отсутствии своевременных и качественных мер защиты отрицательно влияют на физиологическое развитие и продуктивность растений [4].

Цель работы – оценка влияния препаратов фунгицидного действия на ограничение развития мучнистой росы и аскохитоза на растениях огурца защищенного грунта.

Работу проводили на базе тепличных комбинатов Республики в 2018 г. при выращивании огурца в первом (январь–июль) и втором (июль–октябрь) культурооборотах на естественном инфекционном фоне. В отношении мучнистой росы оценку биологической эффективности (БЭ) согласно методическим указаниям проводили для препаратов «Цидели Топ 140», ДК (дифеноконазол, 125 г/л + цифлufenамид, 15 г/л) и «Луна Экспириенс», КС (флуопирам, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л), аскохитоза – «Цидели Топ 140», ДК и «Миравис», СК (пидифлуметофен, 200 г/л) [5]. Опыты проводили в четырехкратной повторности, расположение делянок – рендомизированное, площадь – 8 м².

Ранее в тепличных посадках огурца мучнистая роса появлялась преимущественно во втором обороте, но в последние годы вспышки болезни выявлены и в первом. Как показали результаты исследований, эффективность исследуемых препаратов варьировала как в период проведения вегетационных опытов, так и сезонно. Так, в первом культурообороте биологическая эффективность «Цидели Топ 140», ДК и «Луна Экспириенс», КС на фоне эпифитотийного развития болезни в контроле не превышала 73,1 %, тогда как во втором обороте оба фунгицида сдерживали степень поражения огурца на уровне 3,1 и 1,9 % при БЭ 92,4 и 95,3 % соответственно (таблица).

Микроклиматические параметры в теплицах являются благоприятным фоном для развития аскохитоза, которое может достигать 21,5 % в зимне–весенний период и 52,8 % – в летне–осенний [6]. Защита от болезни является сложным процессом в связи с системным инфицированием всех вегетативных органов растений возбудителем и часто поздним ее выявлением, что сказывается на сроках применения фунгицидов, а соответственно и их результативности.

Таблица – Эффективность применения фунгицидов против болезней огурца защищенного грунта

Вариант опыта (препарат, концентрация рабочего раствора)	Первый культурооборот (мучнистая роса, гибрид Атлет)						
	I	II		III		IV	
	R	R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ
«Цидели Топ 140», ДК (0,1 %)*	2,8	3,1	80,1	15,9	71,4	18,2	70,9
«Луна Экспириенс», КС (0,06 %)**	0,9	2,2	85,9	13,0	76,6	16,8	73,1
Контроль	1,2	15,6	–	55,6	–	62,5	–
	второй культурооборот (мучнистая роса, гибрид Мамлюк)						
«Цидели Топ 140», ДК (0,1 %)*	1,9	10,6	63,1	8,7	75,9	3,1	92,4
«Луна Экспириенс», КС (0,06 %)**	2,2	8,7	69,7	6,25	82,9	1,9	95,3
Контроль	1,9	28,7	–	36,2	–	40,6	–
	первый культурооборот (аскохитоз, гибрид Сигурд)						
«Цидели Топ» 140, ДК (0,1 %)*	0,3	1,5	40,0	2,3	48,9	4,5	61,9
«Миравис», СК (0,05 %)*	0,1	0,6	76,0	1,0	77,8	2,5	78,8
Контроль	0,4	2,5	–	4,5	–	11,8	–
	второй культурооборот (аскохитоз, гибрид Мамлюк)						
«Цидели Топ 140», ДК (0,1 %)*	0,5	1,1	64,5	2,5	56,9	4,8	61,6
«Миравис», СК (0,05 %)*	0,3	0,9	71,0	1,6	72,4	3,4	72,8
Контроль	0,5	3,1	–	5,8	–	12,5	–

Примечания: * двукратное применение препарата с интервалом 7–10 дней; ** трехкратное применение препарата с интервалом между обработками 7–10 дней; I – учет перед первой обработкой, II – учет перед второй обработкой для варианта с «Луна Экспириенс», К; III – учет через 7 дней после 2-ой обработки препаратом (учет перед 3-й обработкой для варианта «Луна Экспириенс», КС); IV – учет через 14 дней после второй обработки препаратом (учет через 7 дней после третьей обработки для варианта с «Луна Экспириенс», КС); R – развитие болезни, БЭ – биологическая эффективность.

В наших опытах решение о проведении первой обработки средствами защиты принимали на стадии обнаружения единичных симптомов проявления аскохитоза на огурцах: развитие варьировало от 0,1 до 0,5 % в зависимости от варианта опыта и культурооборота (см. таблицу). На основании последующих учетов можно утверждать, что опытные препараты позволяют сдерживать степень поражения растений болезнью на депрессивном уровне. В тоже время эффективность однокомпонентного фунгицида «Миравис», СК была немногим выше, чем «Цидели Топ 140», ДК и составляла на последний срок учета 78,8 % в первом культурообороте, и 72,8 % – во втором.

Таким образом, установлена высокая фунгицидная активность исследуемых препаратов в посадках огурца защищенного грунта в отношении мучнистой росы и аскохитоза, что позволяет рекомендовать их для включения в интегрированную систему защиты культуры от фитопатогенов.

Литература

1. Аутко А. А. Овощеводство защищенного грунта. Минск: ВЭВЭР, 2006. 320 с.
2. Государственный реестр сортов // Под ред. Бейня В. А. Минск, 2019. С. 59–62.
3. Прищепа И. А., Долматов Д. А., Толопило А. Н. Защита огурца в защищенном грунте от вредителей и болезней при интенсивной технологии возделывания культуры // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 3. С. 49–53.
4. Толопило А. Н., Прищепа И. А. Фитопатологическая ситуация в посадках огурца и томата защищенного грунта // Информационный бюллетень ВПРС/МОББ «Защита растений в условиях закрытого грунта: перспективы XXI века». 2010. № 41. С. 165–173.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве // Под ред. Буга С. Ф. Несвиж: укруп. тип. им. С. Будного, 2007. 511 с.
6. Вабищевич В. В. Динамика развития аскохитоза и оценка эффективности фунгицидов для контроля болезни в посадках огурца защищенного грунта // Сборник научных трудов «Защита растений». 2018. № 42. С. 74–83.

UDC 635.63.044:632.952

Vabishchevich V. V., Volchkevich I. G.

Results of fungicides application in the industrial protected ground cucumber plantings

Summary. Here, we present a survey on the evaluation of broad-spectrum fungicides efficacy against cucumber powdery mildew and ascochyta leaf spot. A high efficiency of “Cidely Top 140”, DC (0.1 %) and “Luna Experience”, CS (0.06 %) against powdery mildew was determined. Biological efficacy of these fungicides was 70.9–92.4 % and 73.1–95.3 % after application in the first and second crop rotation, respectively. Plants treatment by “Cidely Top 140”, DC (0.1 %) and “Miravis”, SC (0.05 %) at early stages of ascochyta leaf spot inhibited the disease at the depressive level (2.5–4.8 %) notwithstanding the season of the crop growing.

Keywords: protected ground, cucumber, ascochyta leaf spot, powdery mildew, fungicide.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-7

УДК 631.8:633.34

Волкова Алина Сергеевна, Мнатсаканян Арсен Аркадьевич, Чуварлеева Галина Владимировна

«Нанокремний» и продуктивность сои в условиях центральной зоны Краснодарского края

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»
e-mail: newagrotech2015@mail.ru

Соя является одной из важнейших технических культур мира. Во многом это обусловлено её химическим составом, а точнее, высоким содержанием жира – 18–24 % и протеина 38–45 % с полноценным белком, содержащим почти все необходимые аминокислоты. За последние десятилетия в России отмечается последовательное увеличение земель, отведенных под выращивание сои [1, 2]. Большое её количество возделывают в Краснодарском крае.

Кремний является одним из важных элементов в питании растений, несмотря на то, что многие сельхозтоваропроизводители не считают нужным вносить его. Но его значение довольно велико, он повышает механическую прочность растений, повышает впитывающую способность корневой системы, обеспечивает жесткость различных органов растений. Растение автоматически перемещает кремний в наименее устойчивые к стрессу участки, он повышает жаро- и засухоустойчивость растений, снижая транспирацию [3]. Кремниевые удобрения широко используют в зарубежных странах, а его использование в России только набирает обороты.

Минеральное удобрение с микроэлементами «Нанокремний» (массовая доля активных элементов: кремния – 50 %, железа – 6 %, меди – 1 %, цинка – 0,5 %) с чистым биологически активным кремнием используют для обработки семян перед посевом и по уже вегетирующим растениям для улучшения роста и развития, повышения стрессоустойчивости культуры и качества продукции.

Цель исследований – подбор оптимальных доз и количества обработок минеральным удобрением с микроэлементами «Нанокремний» для увеличения продуктивности сои в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Исследования проводили в стационарном опыте агротехнологического отдела ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко», расположенный в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края. Данные представлены в среднем за 2017 и 2018 гг. Погодные условия в целом сложились благоприятно для роста и развития сои. Размещение делянок систематическое, площадь 48 м². Объектом исследований является соя сорта Селекта 201 (селекция – Соевый Комплекс).

Схема опыта: 1. Контроль – обработка водой; 2. Обработка семян препаратом «Нанокремний» нормой 300 г/т; 3. Обработка семян препаратом «Нанокремний» нормой 300 г/т + обработка по всходам 50 г/га + обработка в фазе бутонизации 50 г/га; 4. Обработка семян препаратом «Нанокремний» нормой 300 г/т + обработка по всходам 75 г/га + обработка в фазе бутонизации 75 г/га; 5. Обработка семян препаратом «Нанокремний» нормой 300 г/т + обработка по всходам 100 г/га + обработка в фазе бутонизации 100 г/га; 6. Обработка семян препаратом «Нанокремний» нормой 300 г/т + обработка по всходам 125 г/га + обработка в фазе бутонизации 125 г/га.

Учёты и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам. Статистическую обработку урожайных данных обработали в программе Statistica, дисперсионный анализ – по методике, изложенной Б. А. Доспеховым [4].

Анализ данных полученных в ходе опыта за 2017–2018 гг. показал, что применение препарата «Нанокремний» оказал существенное влияние на формирование элементов структуры урожая и саму урожайности сои. Так, количество бобов на растении с применением исследуемого агрохимиката существенно превысило контроль в среднем на 1,5 шт., наибольший результат получен в варианте с дозой 300/75/75 – 21,7 шт. бобов на растении, что превышает контроль на 10,2 %, показатели массы зерна с одного растения тоже имели существенное различие с контролем и варьировали от 8,35 до 9,43 г, что превосходило его в среднем на 14,1 %.

По одному из самых значимых показателей эффективности удобрений – урожайности, так же заметно, что каждый вариант, в котором был применён препарат, превосходил контроль, в среднем на 2,8 ц/га или 12,9 % (при НСР₀₅ – 0,7). На варианте с обработкой только семян прибавка составила 1 ц/га или 4,6 %, в варианте с дозой 300/50/50 – 2,3 ц/га или 10,6 %, 300/75/75 – 3,8 ц/га или 17,5 %, 300/100/100 – 4,2 ц/га или 19,4 %, а в варианте 300/125/125 – 2,5 ц/га или 11,5 %, тогда как в контроле получено 21,7 ц/га.

Важным показателем продуктивности сои является содержание большого количества белка и масла. Применение минерального удобрения «Нанокремний» оказало существенное влияние и на эти изучаемые показатели. Сбор белка в кг с 1 га в контроле составил 651 кг, в вариантах с обработкой препаратом этот показатель существенно увеличен в среднем на 83,7 кг/га или 12,9 %, с наибольшим показателем в варианте с дозой 300/100/100, который дал прибавку в 102,7 кг/га или 15,8 %. Сбор масла, в свою очередь, так же существенно превзошёл контроль в среднем на 84 кг/га или 15,1 % и варьировал от 599,3 до 663,0 кг/га с превосходящим вариантом 300/100/100, который дал прибавку в 107,5 кг/га или 19,4 %. В целом по полученным данным можно сказать, что применение минерального удобрения «Нанокремний» целесообразно на посевах сои в Краснодарском крае.

Такие показатели продуктивности сои как урожайность, сбор масла и сбор белка показали существенные различия по сравнению с контролем: урожайность на 12,9 % и варьировала от 22,7 до 25,9 ц/га, сбор масла на 15,1% – 599,3 до 663,0 кг/га и сбор белка 12,9 % и 692,4 до 753,7 кг/га. По сбору белка и масла лучшим являлся вариант с обработкой семян 300 г/га + растений по всходам 100 г/га + растений в фазе 7–8 листьев 100 г/га на 19,4 % и 15,1 % соответственно.

Литература

1. Акулов А. С., Васильчиков А. Г. Изучение некоторых агроприёмов возделывания новых сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1 (25). С. 36–40.
2. Зайцев Н. И., Бочкарёв Н. И., Зеленцов С. В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры. 2016. № 2(166). С. 3–11.
3. Вапиров В. В. К вопросу о поведении кремния в природе и его биологической роли // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2017. № 2 (163). С. 95–102.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

UDC 631.8:633.34

Volkova A. S., Mnatsakanyan A. A., Chuvarleeva G. V.

“Nanosilicon” and productivity of soybean in the central zone of the Krasnodar region

Summary. This article indicates the results of studies on the effect of various doses of mineral fertilizers with trace elements based on pure silicon – “Nanosilicon” on the productivity of soybean plants. Soya is a unique crop in its specificity. It is widely used in the food industry, both in the process of human food production, and in the production of animal feed. Silicon is the second most abundant element in the lithosphere of our planet. It increases stress resistance of plants, improves absorbing capacity of the root system, helps plants to retain moisture in the dry period, and strengthens the cell walls of plants. In general, the result was positive regardless of the amount of the preparation used, so the yield increased on average by 12.9 %, oil collection – by 12.8 %, and protein collection – by 15.1 %.

Keywords: soybean, productivity, grain quality, oil content, protein, seed treatment, non-root processing “Nanosilicon”.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-8

УДК 635.342:632.782(476)

Волчкевич Ирина Георгиевна, Косыхина Ольга Ивановна

Защита капусты белокочанной от капустной моли в Беларуси

РУП «Институт защиты растений»

e-mail: onionprotect@yandex.ru

Повреждение капусты белокочанной вредителями является основным лимитирующим фактором, ограничивающим получение высокой урожайности и продуктивности.

Комплекс вредителей в посадках (посевах) капусты белокочанной характеризуется большим видовым разнообразием (свыше 80) принадлежащим к 6 отрядам и 14 семействам. Из всего комплекса специализированных фитофагов экономически значимыми объектами на капусте белокочанной являются листогрызущие: капустная моль (*Plutella xylostella* L.) капустная совка (*Mamestra brassicae* L.) и виды белянок (*Pieris rapae* L. и *P. brassicae* L.), вредоносность которых заключается не только в снижении урожайности кочанов, но и в ухудшении их качества [1].

Согласно данным многолетнего мониторинга, численность капустной моли в посадках капусты в последние годы увеличивается и превышает экономический порог вредоносности (0,3 гусеницы/обследованное растение или 6 гусениц при заселенности 5 % растений) в несколько раз и составляет от 1,4 до 2,2 гусениц/обследованное растение, а заселенность посадок может достигать 100 %. Потери урожая в годы массового размножения фитофага составляют более 40 %. В годы, благоприятные для развития и размножения капустной моли, фитофаг присутствует в агроценозах культуры практически на протяжении всего периода вегетации, исключая рассадный.

В связи с большой вредоносностью и плодовитостью (3–4 генерации) капустной моли в агроценозах капусты белокочанной целью наших исследований было изучить эффективность имеющегося ассортимента инсектицидов для ограничения ее численности.

Исследования проведены на различных средне- и позднеспелых сортах (Белорусская 85, Зимовая) и гибридах (Колорама, Агрессор, Блоктор) капусты белокочанной, районированных в Беларуси в 2009–2019 гг. в четырехкратной повторности, площадь делянки – 20–25 м². Учеты численности фитофага проводили в соответствии с утвержденными методиками [2], опрыскивание – с интервалом в семь дней. Для расчета биологической эффективности инсектицидов использовали формулу Аббота (1925), хозяйственной – применяли общепринятую методику [3].

В результате исследований установлено, что наиболее многочисленным и вредоносным является второе поколение капустной моли, численность которой прямо пропорционально зависела от среднесуточной температуры воздуха в период проведения исследований. Так, при среднесуточной температуре в 2009 г. ниже нормы на 0,9–2,8 °С во II декаде мая – I декаде июня, численность фитофага составляла 1,2–1,6 гусениц/обследованное растение, при среднесуточной температуре в 2019 г. выше нормы на 2,6–6,2 0 °С в данный период, заселенность капусты белокочанной вредителем варьировала от 2,1 до 4,0 гусениц/обследованное растение. Изучение эффективности инсектицидов «Волиам тарго», СК (0,8 л/га) и «Каратэ Зеон», МКС (0,1 л/га) проведено при высокой численности (1,2–1,6 гусениц/обследованное растение) капустной моли. Оценка препаратов на седьмой день после однократного опрыскивания показала, что биологическая эффективность «Волиам Тарго» составила 89,0 %, «Каратэ Зеон» – 47,7 %, после двукратного – 100 %; хозяйственная эффективность не превышала 25,0 и 18 % соответственно (таблица).

Таблица – Ассортимент средств защиты в посевах (посадках) капусты белокочанной против капустной моли

Торговое наименование, препаративная форма	Действующее вещество	Норма расхода, л/га (кратность)	Численность гусениц на дату учета, особей/25 учетных растений		Эффективность, %		
			в контроле	на обработанных участках	биологическая, на седьмой день после		хозяйственная
					I обработки	II обработки	
Антрациламины							
«Волиам тарго», СК	абамектин, 18г/л+хлорантра нилипрол, 45 г/л	0,8 (2)	36,5	4,0	89,0	100	25
Пиретроиды							
«Цитрин 500» КЭ	циперметрин, 500 г/л	0,08 (2)	51,5	3,5	93,2	95,1	19,1
«Шарпей», МЭ	циперметрин, 250 г/л	0,16 (2)	53,8	4,4	91,8	84,0	15,9
«Каратэ Зеон», МКС	лямбда-цигалотрин, 50 г/л	0,1 (2)	35,0	18,3	47,7	100	18
Прочие вещества							
«Кораген», к.с.	хлорантранилип рол, 200 г/л	0,1 (2)	56,9	10,8	81,0	97,0	35,5
		0,2 (2)					
«Авант», КЭ	индоксакарб, 150 г/л	0,25 (2)	51,9	8,1	84,4	97,0	25,1
Неоникотиноиды							
«Мовенто Энерджи», КС	спиротетрамат, 120 г/л+имидаклопр ид, 120 г/л	0,4 (2)	70,0	15,0	78,5	94,2	19,4
		0,6 (2)					
Ингибиторы синтеза хитина							
«Герольд», ВСК	дифлубензурон, 240 г/л	0,15 (2)	60	5	91,7	97,0	8,2

Биологическая эффективность инсектицидов «Цитрин 500» КЭ и «Шарпей», МЭ варьировала от 91,8 % после однократного опрыскивания, до 95,1 % – после двукратного их применения при исходной численности фитофага от 1,6 до 2,1 гусениц/обследованное растение капусты белокочанной.

«Кораген», к.с. в норме расхода 0,1 л/га подавлял численность капустной моли на 81,0 % (при исходной заселенности от 1,9 до 2,3 гусениц/обследованное растение) на седьмые сутки после однократного применения и на 97,0 % – после проведения двукратного опрыскивания, в норме расхода 0,2 л/га – на 86,1 и 100 % соответственно. Получена высокая хозяйственная эффективность (34,2–35,5 %).

При проведении опрыскивания инсектицидом «Авант», КЭ количество гусениц в вариантах варьировало от 0,72 до 2,2 экземпляров/обследованное растение.

Биологическая эффективность после однократного применения изучаемого препарата не превышала 84,4 %, двукратного – 97,0 %.

Изучение эффективности «Мовенто Энерджи», КС (0,4–0,6 л/га) против капустной моли (1,3–2,6 гусениц/обследованное растение), показало его более высокую биологическую активность (94,0 %) при применении в максимально испытываемой норме расхода. Однако, после двукратного применения инсектицида его эффективность была на уровне 94,2–95,0 % и не зависела от норм его внесения.

Применение препарата «Герольд», ВСК при исходной заселенности 2,1–4,0 гусениц/обследованное растение, способствовало снижению численности фитофага на 91,7 % при однократном его применении и на 97,0 % – при двукратном и получению сохраненного урожая до 8 %.

В результате проведенных исследований установлено, что существующий ассортимент инсектицидов в посадках капусты белокочанной позволяет ограничить вредоносность и численность капустной моли на 84,0–100 % и повысить урожайность кочанов до 35,5 %.

Литература

1. Ахатов А. К., Ганнибал Ф. Б., Мешков Ю. И., Джалилов Ф. С., Чижов В. Н., Игнатов А. Н., Полищук В. П., Шевченко Т. П., Борисов Б. А., Стройков Ю. М., Белошапкина О. О. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. С. 282–303.

2. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, радентицидов и феромонов в сельском хозяйстве // Под ред. Л. И. Трепашко. Д. Прилуки, РУП «Институт защиты растений». 2009. 320 с.

3. Афанасьева А. И., Груздев Г. С., Дмитриев Л. Б., Зинченко В. А., Калинин В. А., Слоцов Р. И. Определение хозяйственной (урожайной) и экономической эффективности химических мероприятий. Практикум по химической защите растений. М.: Колос, 1983. С. 234.

UDC 635.342:632.782(476)

Volchkevich I. G., Kosykhina O. I.

White head cabbage protection against cabbage moth in Belarus

Summary. Cabbage moth is one of the main white head cabbage pests in Belarus. The evaluation of the existing insecticides assortment has shown that their application at the initial pest number from 0.72 to 4.0 caterpillars per inspected plant has allowed reducing cabbage moth harmfulness and number by 84.0–100.0 % and increasing heads yield up to 35.5 %.

Keywords: white head cabbage, *Plutella xylostella* L., insecticides, efficiency.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-9

УДК 635.615

Галичкина Елена Александровна, Кобкова Наталья Викторовна, Сулова Валерия Андреевна

Сравнительная оценка биохимических показателей в коре и мякоти арбуза разных групп спелости

Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

e-mail: BBSOS34@yandex.ru

Значение овощей в рационе питания трудно переоценить. Обладая огромным спектром полезных веществ, они становятся незаменимыми для жизнедеятельности

человека. Среди мирового разнообразия культурных растений особое место занимает арбуз. Это высокопитательный, сахаристый и освежающий продукт. Эти качества позволяют выделить его из группы овощных культур и приравнять к плодово-ягодным культурам. Плоды арбуза широко используют для пищевых и кормовых целей, является сырьем для консервной и кондитерской промышленности. Высокая питательная и диетическая ценность арбуза обусловлена наличием в нем не только сахаров, но и витаминов, особенно витамина С [1]. Гармоничное сочетание сахаров, витаминов, органических кислот оказывает благотворное влияние на организм человека.

Целью наших исследований являлось сравнение биохимических показателей в коре и мякоти арбуза столового разных сроков созревания для использования в пищевых и лечебных целях.

Исследования проводили на Быковской бахчевой селекционной опытной станции в 2019 г. В исследования были включены четыре сорта арбуза столового (селекции станции): Зенит, Метеор, Стимул, Икар. Биохимические анализы проводили в трех повторностях согласно имеющимся методикам: витамин «С» по Мурри, общую кислотность путем титрования 0,1 % раствором щелочи. Редуцирующие сахара определяли по методу Бертрена. Содержание нитратов в плодах определяли ионно-селективным методом на иономере ЭВ-74. В работе использовали методики [2–4].

Пищевая ценность бахчевой продукции определяется биохимическим составом плодов. Сравнительная оценка биохимического состава плодов арбуза столового разных групп спелости, показала, что содержание сухого вещества в мякоти содержится 11,2–12,6 % (таблица). Содержание общего сахара в мякоти составило 9,75–10,65 %. Содержание витамина С в плодах арбуза Зенит, Метеор, Стимул и Икар в мякоти составило от 9,60 до 10,67 мг/%.

Биохимический состав плодов арбуза столового разных групп спелости, показал, что содержание сухого вещества в коре содержится 5,6–6,4 %. Содержание общего сахара в коре составило 4,00–5,45 %. Содержание витамина С в коре плодов арбуза Зенит, Метеор, Стимул и Икар варьировало от 6,71 до 9,71 мг/%.

Таблица – Биохимический состав мякоти и коры арбуза разных групп спелости (2019 г.)

Название образца	Витамин «С», мг/%	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Сахароза, %	Глюкоза, %	Фруктоза, %
Мякоть арбуза						
Зенит (St.)	9,60	11,2	9,98	5,63	1,06	3,29
Метеор	10,17	12,0	10,45	6,65	0,20	3,60
Стимул	10,56	11,6	9,75	5,50	1,89	2,36
Икар	10,67	12,6	10,65	6,15	0,34	4,16
НСР ₀₅	0,57	0,51	0,66			
P, %	1,69	1,32	1,98			
Кора арбуза						
Зенит (St.)	6,48	5,6	4,00	0,60	1,40	2,00
Метеор	6,91	6,4	5,45	0,50	1,63	3,32
Стимул	9,71	5,6	4,15	0,70	1,45	2,00
Икар	9,19	6,2	5,00	0,40	0,24	4,36
НСР ₀₅	0,38	0,463	0,34			
P, %	1,43	2,23	2,23			

Сравнительная оценка биохимического состава мякоти и коры плодов арбуза столового показала, что содержание витамина С и фруктозы в коре находится на высоком уровне. Это говорит о том, что мякоть и кору арбуза можно использовать в домашней консервации (соления, соки, цукаты, повидла, джемы и т.д.)

Проведенные исследования подтверждают, что базовым направлением селекционной работы в бахчеводстве остаётся создание сортов и гибридов с высокими вкусовыми и качественными характеристиками.

В результате проведенных исследований мы видим, что мякоть и кора арбуза обладают высоким содержанием полезных веществ и могут обладать питательными и оздоровительными свойствами. Можно отметить, что мякоть и кора арбуза благодаря высокому содержанию в них витамина С и фруктозы оказывают благоприятное воздействие на человеческий организм.

Литература

1. Литвинов С. С., Борисов В. А. Выращивание овощей для детского и диетического питания. М.: Колос, 1998. С. 3–19.
2. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М: Россельхозакадемия, 2011. С. 438–441.
3. Фурса Т. Б. Селекция бахчевых культур (Методические указания). Л., 1988. 78 с.
4. Белик В. Ф., Бондаренко Г. Л. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве. М.: Колос, 1979. 210 с.

UDC 635.615

Galichkina E. A., Kobkova N. V., Suslova V. A.

Comparative evaluation of biochemical parameters of rind and flesh of watermelon of different groups of ripeness

Summary. The purpose of these studies was to compare the biochemical parameters in the rind and flesh of new varieties of watermelon of different groups of ripeness created at the Bykov Melon Selection Experimental Station. As a result of the work, it was revealed that the studied varieties of watermelon have a high content of sugars and vitamin C. Therefore, for food and medical purposes, it is possible to use not only pulp, but also rind.

Keywords: watermelon, dry matter, total sugar, monosaccharides, glucose, vitamins.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-10

УДК 632.78

Гольдин Евгений Борисович

Экосистемные подходы в защите лесных заповедных угодий от растительных насекомых

Академия биоресурсов ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»
e-mail: Evgeny_goldin@mail.ru; evgenygoldin5@gmail.com

Экосистемный подход в природопользовании представляет собой совокупность стратегических направлений, связанных с управлением природными процессами, которые основаны на высоком уровне знания взаимовлияний природных компонентов и их динамики, сохранении геосферы и преодолении негативных сторон антропогенного воздействия. Его результаты заключаются в достижении комплексных сбалансированных целей: сохранении биоразнообразия и биоресурсов при устойчивом развитии общества, науки, культуры, природопользования и экономики. Экосистемный подход использует современную методологию исследования окружающей среды [11]. Программа устойчивого развития мира до 2030 г., разработанная ООН [6], предусматривает активные действия по сохранению и восстановлению экосистем планеты и их рациональному использованию. Особое внимание уделено землепользованию, в первую очередь сельскому и лесному хозяйству, включая оптимизацию отношений между ними. Леса занимают 30,7 % суши, обеспечивая продовольственную безопасность, климатическую стабильность и охрану биоразнообразия, но ежегодная потеря естественных лесных экосистем достигает 13 млн га. Существует необходимость разработки концепции рационального и экологически обоснованного природопользования и определения в ней места заповедного дела. В XXI в. разрушительные процессы сдерживаются

системой охраняемых территорий (13,0 % лесов) [7], а состояние заповедных лесных экосистем зависит от ряда факторов, в том числе от энтомофауны.

Цель представленной публикации заключается в определении экосистемных подходов к обеспечению биозащиты растений на заповедных территориях.

Для работы в этом направлении нами предприняты: 1) анализ мировой литературы и документации (более 350 источников); 2) полевые визуальные обследования лесных насаждений предгорной зоны Крыма и Гераклеяского полуострова; 3) собственные многолетние исследования действия микробных препаратов (дендробациллин, битоксибациллин, энтобактерин, лепидоцид, первичный альгопрепарат из цианобактерий) и метаболитов (термостабильный экзотоксин *Bacillus thuringiensis*, терпеновые соединения и липидно-пигментный комплекс цианобактерий) на листогрызущих насекомых [3, 12].

Специфика защитных мероприятий в заповедных объектах, в том числе лесных, заключается в необходимости полного сохранения биоты, так как концепция заповедности исключает какое-либо вмешательство извне. Растительоядные членистоногие, наряду со своими конкурентами и врагами, составляют значительную часть экосистемы; они представлены массовыми видами, поэтому чисто истребительные действия могут вызвать существенные сдвиги равновесия в природе, нарушение сложившихся связей и выпадение ряда звеньев в системе «хищник – фитофаг – растение», а в целом – к негативным последствиям в лесных заповедниках. В такой ситуации приемлемы лишь меры по снижению вредоносности конкретных видов, например, при вспышках массового размножения непарного шелкопряда *Lymantria dispar* [1] или американской белой бабочки *Huphantria cunea* [2, 4]. Экосистемные подходы в защите растений заповедных объектов предусматривают полное изъятие препаратов химического синтеза из общей схемы [10]: на смену им приходит использование хищников, паразитов и патогенов в качестве естественных регуляторов численности и ограничения вредоносности насекомых-фитофагов. Этому способствует сбалансированное сохранение заповедных ценозов в первоначальном виде. Для контроля численности фитофагов используют микробные патогены (бактерии, грибы, вирусы), способные вызывать эпизоотии, и препараты на их основе, созданные в СССР, России, Украине и Белоруссии [5, 8, 9]. Экспериментально доказана возможность снижения показателей численности и вредоносности целевых видов *Lepidoptera* на 76,0–100,0 % в течение 3–5 дней после обработки за счет проявления общего ингибирующего эффекта, в первую очередь детеррентно-энтомоцидного действия [2, 3, 12]. В ряде случаев рекомендуется альтернативное и/или дополнительное применение селективно-профилактических средств по сдерживанию и распространению растительоядных насекомых – аттрактантов, репеллентов и детеррентов (антифидантов) природного происхождения [12].

Таким образом, комплекс экосистемных подходов способен обеспечить надежную биологическую защиту заповедных лесных территорий от насекомых-фитофагов.

Литература

1. Global Forest Resources Assessment 2010: Main report. Rome: FAO UN, 2010. 378 p.
2. Резолюция A/70/L.1, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 г. Преобразование нашего мира. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. 44 с.
3. Состояние лесов мира – 2016. Леса и сельское хозяйство: проблемы и возможности земледелия. Рим: ФАО, 2016. 136 с.
4. Гольдин Е. Б. Биологическая защита растений в свете проблем XXI века // Геополитика и экодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып. 2. С. 99–107.
5. Gol'din E. B. Strategy of Plant Protection in Black Sea Coastal Zone // Proceedings 5th International Conference MEDCOAST. Vol. 1. Ankara: MEDCOAST, Middle East Technical University, 2001. P. 131–142.
6. Гольдин Е. Б. Биологическая защита заповедных лесов: проблема непарного шелкопряда и пути ее решения. Заповедники Крыма на рубеже тысячелетий // Материалы Республиканской конференции. Симферополь, 2001. С. 26–28.

7. Гольдин Е. Б. Основные направления в биологической защите растений от американской белой бабочки на заповедных территориях. Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе. Симферополь, 2009. С. 267–271.

8. Гольдин Е. Б. Факторы формирования очагов карантинных вредителей: американская белая бабочка в Севастополе // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы IV международной научно-практической конференции. Симферополь: ИТ «Ариал», 2019. С. 333–335.

9. Ecological Farming: The seven principles of a food system that has people at its heart. Greenpeace's Food and Farming Vision. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Greenpeace, 2015. 68 p.

10. Прищепа Л., Станкявичене А., Снешкене В. Спектр активности *Bacillus thuringiensis* бактериальных препаратов против вредителей // Miestų želdynų formavimas. 2016. No. 1 (13). P. 315–322.

11. Штерншис М. В. Тенденции развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестник Томского государственного университета. Серия «Биология». 2012. № 2 (18). С. 92–100.

12. Штерншис М. В., Беляев А. А., Цветкова В. П., Шпатова Т. В., Леляк А. А., Бахвалов С. А. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений. Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2016. 284 с.

UDC 632.78

Goldin E. B.

Ecosystem approaches in the protection of reserved forest areas from phytophagous insects

Summary. Ecosystem approaches are highly important for pest control in forest reserved areas. Their background is conservation of biodiversity, application of microbial pathogens (bacteria, viruses and fungi) and preparations. Selective and prophylactic natural remedies (attractants, repellents and deterrents) are preferable also. This complex can provide biological security of forest reservations.

Keywords: ecosystem approach, forest reserved areas, biological plant protection.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-11

УДК 631.421.1 : 631.425.4

Гонгало Анна Андреевна, Турин Евгений Николаевич, Женченко Клара Готлибовна Влияние растительных остатков на агрофизические свойства чернозема южного при различных технологиях посева озимой пшеницы

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: gongalo.nyura@yandex.ru

В Крыму лимитирующим фактором является влага. Повышение влагообеспеченности сельскохозяйственных растений является одной из важных проблем производства. В последние годы все большее распространение, особенно в регионах с недостаточным количеством осадков, получают ресурсосберегающие технологии обработки почв (нулевая, плоскорезная, поверхностная), направленные на энергосбережение, снижение деградации почв и сохранение влаги, уменьшение энергетических и трудовых затрат при производстве сельскохозяйственной продукции [1, 2]. Сохранение послеуборочных растительных остатков на поверхности почвы или в верхней части пахотного слоя – один из важнейших, обязательных приемов таких технологий [3]. Они физически блокируют отток воды и снижают уровень испарения во время дождя, позволяя воде мигрировать по профилю почвы. Литературных данных о роли растительных остатков в технологии прямого в степи Крыма нет.

Поэтому цель наших исследований – изучить влияние растительных остатков озимой пшеницы на содержание продуктивной влаги и структурное состояние почвы при разных технологиях посева в условиях Республики Крым.

Опыт проводили на опытном поле в ФГБУН «НИИСХ Крыма» в 2018–2019 гг. Гидротермический коэффициент составил 0,5–0,7. Среднегодовое количество осадков – 426 мм. Почва опытного участка – чернозем южный, малогумусный, на

четвертичных жёлто-бурых лёгких глинах. Мощность гумусового слоя составляет 24-36 см, всего – 57–70 см. На пашне содержание гумуса составляет 2,4–2,7 %. Механический состав почвы – слабоглинистый. Структура – комковатая, пылевато-порошистая. Объемная масса метрового слоя почвы 1,24 г/см³ [4]. В опыте изучали две технологии посева озимой пшеницы – рекомендованную технологию возделывания культуры и технологию без обработки почвы. Классическая технология после уборки озимой пшеницы включала лущение стерни в два следа и предпосевную культивацию под последующую культуру севооборота. После уборки пшеницы при технологии без обработки почвы механические рыхления не проводили, пожнивных остатки измельчали и равномерно распределяли по полю. Повторность опыта трехкратная, площадь делянки 0,015 га. Учёт оставшегося количества растительных остатков предшествующей культуры – озимой пшеницы, проведён после её уборки и перед посевом следующей культуры севооборота с 0,25 м² в трехкратной повторности рамочным методом Н. З. Станкова [5]. Содержание продуктивной влаги в почве определяли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89) на глубину 100 см послойно через 10 см по методике Б.А. Доспехова, макроструктуру почвы определяли методом сухого рассева по Н.И. Саввинову [6]. Математическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова [7].

Во время уборки растительные остатки озимой пшеницы измельчали комбайном САМПО – 500 и равномерно распределяли по делянкам. За год на 1 га площади по традиционной технологии поступало 9,7 т/га, без обработки почвы – 9,0 т/га растительных остатков озимой пшеницы (рисунок 1).

На классической технологии растительные остатки заделывали в почву, поэтому к моменту посева последующей культуры севооборота на поверхности почвы их в среднем осталось 1,5 т/га или 13,4 % от первоначального ее количества.

При возделывании без обработки почвы, к посеву следующей за пшеницей культуры, на поверхности осталось 8,6 т/га растительных остатков или 95,5% от первоначальной их массы, что на 7,1 т/га больше классической технологии (таблица 1).



Рисунок 1 – Накопление растительных остатков озимой пшеницы в зависимости от технологии посева, т/га (среднее за 2018-2019 гг.)

За данный период наблюдений в опыте весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы под следующей культурой севооборота льном масличным составляют на нулевой системе – 115 мм, что на 23,2 мм больше, чем на традиционной технологии (20,1%). Следовательно, мульча из растительных остатков играет важную роль в накоплении доступной влаги в почве.

Весной, перед началом полевых работ, когда в почве интенсивно протекает процесс разложения пожнивных остатков предшествующей культуры – озимой пшеницы, за счёт повышения количества органического вещества, количество агрономически ценных агрегатов увеличивается.

Таблица 1 – Влияние растительных остатков озимой пшеницы на свойства чернозема южного мицеллярно-карбонатного, т/га (среднее за 2018–2019 гг.)

Технология посева	Показатель		
	Содержание продуктивной влаги в слое 0–100, мм	Агрономически ценные агрегаты (0,25–10,00 мм), %	Коэффициент структурности
Традиционная	91,8	81,3	4,8
Без обработки почвы	115,0	78,0	3,8
Средняя по опыту	103,4	79,5	4,3
НСР ₀₅	23,5	47,3	2,52

На традиционной технологии их число составляет 81,3 %, по технологии без обработки почвы – 78,0 %. Все эти показатели соответствуют отличной структуре по шкале С.И. Долгова [8]. Проведенные расчеты по анализу коэффициента структурности почвы показали, что он находился в оптимальных значениях при обеих технологиях обработки почвы и составлял 3,8–4,8. Следовательно, растительные остатки на обоих вариантах опыта не оказали существенного влияния на структуру почвы.

Таким образом, находящиеся на поверхности растительные остатки озимой пшеницы по технологии без обработки почвы, способствуют большему накоплению и лучшему сохранению влаги в метровом слое почвы, чем по традиционной технологии, где в результате основной и предпосевной обработок наблюдаются непроизводительные потери влаги за счёт её физического испарения с поверхности почвы. При этом величины коэффициентов структурности почвы и агрономически ценных агрегатов обеспечивали отличное агрегатное состояние почвы. Растительные остатки не оказали существенного влияния на эти показатели.

Литература

1. Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии // Земледелие. 2007. № 4. С. 28–30.
2. Дридигер В. К. Состояние проведения исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 55 (12). С. 1–17.
3. Кроветто К. Прямой посев (No-till). Самара, типография ООО «Аэропринт», 2013. 206 с.
4. Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов Крымских степей // Труды Крымской Государственной сельскохозяйственной опытной станции. 1955. Т.1. С. 21–49.
5. Стаиков Н. З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 279 с.
6. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Туликов А. М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
8. Агрофизические методы исследования почв // Под ред. Долгова С.И. М.: Наука, 1966. 256 с.

UDC 631.421.1 : 631.425.4

Gongalo A. A., Turin E. N., Zhenchenko K. G.

Influence of plant residues on the agrophysical properties of southern chernozem under different techniques of winter wheat sowing

Summary. A research was carried out to evaluate the effect of winter wheat plant residues on the content of productive moisture and on the soil structure and physical state under different tillage in the Steppe Crimea. A reliable moisture accumulation (115 mm in a meter soil layer) was revealed at the experimental plots where no-till was applied. The quality of soil structure under both farming systems (no-till and traditional one) can be assessed as an excellent one. Values are in the range of 78.0–81.3%. The coefficient of soil structure is in optimal values and averages 4.3.

Keywords: tillage systems, winter wheat, plant residues, soil structure.

УДК 665.57/58

Грунина Елена Николаевна¹, Белова Ирина Викторовна¹, Глумова Наталья Всеволодовна², Быданова Юлия Сергеевна²

Экстрактные масла *Acacia dealbata* Link. для элитной парфюмерной продукции

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
e-mail: elgrunina@mail

Расширение ассортимента отечественной эфиромасличной продукции относится к числу ближайших приоритетов инновационного развития современного агропромышленного комплекса Российской Федерации и способствует решению задач импортозамещения товаров и повышения доли экспорта в экономике страны [1]. Эфиромасличная продукция (эфирные масла, экстрактивные масла, гидролаты, натуральные душистые воды) широко востребована на отечественном и мировом рынках фармацевтической, пищевой продукции, но основным ее потребителем остается парфюмерно-косметическое производство, современный уровень развития которого постоянно требует оригинальных, эксклюзивных ароматов. Перспективным эфиромасличным сырьем, представляющим большой интерес для производителей парфюмерно-косметической продукции является акация серебристая (*Acacia decurrens* Willd. var. *dealbata*, *Acacia dealbata* Link), которую называют мимозой. Ее родиной является юго-восточное побережье Австралии и остров Тасмания. С конца прошлого века культивируется в Южной Франции, там же расположены естественные ее заросли. В России мимоза появилась во второй половине XIX века и успешно распространилась по южной части Черноморского побережья вблизи городов Сочи, Туапсе, в Абхазии и Аджарии [2]. В настоящее время мимоза используется в большей степени как декоративное растение, цветущие побеги ее доставляют в срезанном виде, как из французской Ривьеры в европейские страны, так и с Черноморского побережья Кавказского полуострова во все регионы Российской Федерации. Аромат мимозы – сладковато-медовый, с легкими нотами зелени и горчинки используется преимущественно в парфюмерии. Он может быть как главной нотой в парфюмерных композициях, так и быть дополнен нотами туберозы, гвоздики, розы, экзотических цветов, фруктов, ягод. Аромат определяет присутствие в цветках душистых веществ, которые извлекают преимущественно способами экстракции летучими углеводородными растворителями.

Цель работы – выбрать оптимальный способ извлечения экстрактивных масел из цветочного сырья акации серебристой (мимозы), выделить образцы элитной и селективной (нишевой) парфюмерной продукции различных брендов, использующих в парфюмерных композициях аромат акации серебристой (мимозы).

Материалом для исследования служили соцветия мимозы в фазе массового цветения. Сырье было доставлено из Абхазии в марте 2019 г. Исследования проводили в лабораторных условиях отдела переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «НИИСХ Крыма». Эфирное масло получали из соцветий способом паровой дистилляции в лабораторных кубиках с гидравлическим затвором [4]. Для получения экстрактивных масел (конкрета и масла абсолю) использовали способ экстракции летучим углеводородным растворителем в двух вариантах: 1) экстракция в аппаратах Сокслета при температуре кипения растворителя; 2) экстракция сырья способом трехкратного настаивания в растворителе при низкой положительной температуре (+3 °С). Масло-абсолю выделяли из конкрета классическим способом, используя растворение в 96 % этиловом спирте при температуре 45 °С, кристаллизацию с последующим отделением растительных восков при температуре

14–17 °С, дистилляцию спиртовой мисцеллы [3]. Использовали также рефрактометрический метод, разработанный А. П. Шляпниковой с соавторами [4].

С помощью паровой дистилляции соцветий получено эфирное масло, выход которого составил 0,02–0,05 %. Масло эфирное акации серебристой (мимозы) представляло собой легкоподвижную прозрачную жидкость с зеленоватым оттенком и своеобразным запахом, слабо передающим аромат цветущей мимозы. Дистилляционная вода после отделения эфирного масла имела аналогичный аромат с выраженными нотами зелени. В литературе имеются сведения о содержании в соцветиях мимозы эфирного масла от 0,10 %, но в таких количествах оно может быть получено только из свежесрезанных соцветий, вблизи от места их произрастания, при транспортировке содержание эфирного масла значительно снижается.

Способом экстракции соцветий в аппаратах Сокслета был получен конкрет с выходом в среднем 1,46 %. Выход конкрета, полученного методом настаивания, оказался ниже и составил 1,18 % к массе сырья, но аромат его был более тонким. Органолептический анализ полученных образцов показал, что все образцы конкрета имели интенсивно-желтый цвет и выраженный аромат, характерный для свежих соцветий акации серебристой (мимозы), но более насыщенный имели образцы, полученные способом экстракции при температуре кипения растворителя. Содержание масла абсолю в образцах конкрета, полученного разными способами, составило соответственно 28,4 и 24,6 % к массе конкрета. Содержание масла абсолю, определенное рефрактометрическим методом, составило соответственно 30,2 и 25,8 %. Масло абсолю представляло собой густую ярко-желтую жидкость с цветочно-древесным запахом, нотами пряностей и меда. В составе масла абсолю идентифицировано присутствие ненасыщенных спиртов, жасмолактона, и небольших количеств обепина, что вполне согласуется с данными литературы [2, 5].

Анализ мирового рынка парфюмерных изделий показал, что масло абсолю акации серебристой (мимозы) используется исключительно для производства парфюмерных изделий элит-сектора и селективной парфюмерии. Среди первых необходимо отметить известные бренды с ведущим ароматом мимозы – Eternity Summer от Calvin Klein, Gaggia (mimosa) от Santa Maria Novella, Farnesiana от Caron, Lou от Cacharel, Guerlain Aqua Allegoria Tiare Mimosa от Guerlain и всемирно известный Summer by Kenzo от Kenzo. Среди брендов селективной парфюмерии – женские ароматы Ananda и Ananda Art Collection от Martine Micallef, Mimosa Pour Moi L'Artisan Parfumeur, Mimosa & Cardamom от Jo Malone, Mimosaique от Nicolai Parfumeur Createur, Velvet Mimosa Bloom от Dolce & Gabbana. Эти ароматы неповторимы и великолепны и одна из причин – яркая, напитанная солнцем мимоза.

В результате исследований выбран оптимальный способ переработки свежих соцветий акации серебристой (мимозы) – экстракция углеводородным растворителем. Выход конкрета, полученного способом экстракции в аппарате Сокслета, составил в среднем 1,46 %, выход конкрета, полученного методом трехкратного настаивания в растворителе при низкой положительной температуре, составил 1,18 %. Получение эфирного масла способом паровой дистилляции для использования в производстве парфюмерной продукции считаем нерентабельным. Товарными продуктами являются конкрет и масло абсолю, стоимость которого на мировом рынке составляет порядка 2000 долларов США. Продукт достаточно востребован и довольно широко используется в производстве элитной и селективной парфюмерии. Считаем также необходимым отметить, что поскольку транспортировка мимозы в различные регионы Российской Федерации является хорошо организованным бизнесом, то для эфиромасличных перерабатывающих предприятий, расположенных в Крыму может появиться возможность расширить сезонность переработки сырья и существенным

образом повысить рентабельность предприятий, путем выпуска высококачественной продукции, востребованной на мировом рынке.

Литература

1. Черкашина Е. В. Основы формирования эфиромасличной и лекарственной отрасли страны. М.: ГУЗЕМ, 2014. С. 62–68.
2. Войткевич С. А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М: Пищевая промышленность, 1999. 282 с.
3. Сидоров И. И., Турышева Н. А, Фалеева Л. П., Ясюкевич Е. И. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 367 с.
4. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел // Под ред. Карпачевой А.Н. Симферополь; ВНИИЭМК, 1972. 107 с.
5. Аскарова А. Мимоза в нишевой парфюмерии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://aromo.ru/library/essays/mimosas-in-niche-perfumery/> (дата обращения 13.02.2020).

UDC 665.57/58

Grunina E. N., Belova I. V., Glumova N. V., Bydanova Yu. S.

Extractive oils of *Acacia dealbata* Link. for elite perfumery products

Summary. The aim of this survey was to find the best way for the extraction of essential oils from the *Acacia dealbata* Link. floral raw materials, as well as discover samples of elite perfumery products of various brands that use this aroma in perfumery compositions. Two methods of extraction with a volatile hydrocarbon solvent were used, namely, 1) Soxhlet extraction; 2) extraction of raw materials by the method of triple infusion in a solvent at a low positive temperature (+ 3 °C). To obtain absolute, concrete was extracted in a classical manner. In the first variant, the yield of concrete was 1.46 % of the weight of raw materials; in the second – 1.18 % but its aroma was more delicate. The content of absolute in the samples was 28.4 % and 24.6 % of the concrete mass, respectively. Famous brands using mimosa fragrance are L`Artisan Parfumeur (Mimosa Pour Moi), Jo Malone (Mimosa & Cardamom), Dolce & Gabbana (Velvet Mimosa Bloom), Calvin Klein (Eternity Summer), Kenzo (Summer by Kenzo), etc.

Keywords: extraction, concrete, absolute oil, exclusive perfumery.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-13

УДК 631.527.5 :633.812

Гутиева Надежда Михайловна

Источники для получения пеларгоний с душистыми листьями

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»
e-mail: ganaza777@yandex.ru

В XXI развивающееся направление средообразующих технологий, которое интегрирует лечебное действие фитонцидных, лекарственных и декоративных растений с их эстетотерапевтическим эффектом, благоприятно воздействующим на организм человека через эмоциональную сферу, является весьма актуальным [2, 3]. Растения, эфирные масла которых способны оздоравливать нашу среду обитания, уничтожая патогенные микроорганизмы, особенно востребованы в курортной зоне Краснодарского края, где сосредоточено большое количество санаториев и зон рекреации. Одним из приоритетных направлений селекционных исследований с представителями рода *Pelargonium* L`Herit. ex Ait. во Всероссийском институте цветоводства и субтропических культур (г. Сочи) является создание высоко декоративных сортов пеларгоний с ярко выраженными фитонцидными свойствами. Эти свойства обусловлены наличием летучих компонентов, в состав которых входит около 300 различных ингредиентов, обладающих высокой физиологической активностью.

Главными составляющими эфирного масла пеларгоний являются терпены и их производные (линалоол, нерол, гераниол, цитронеллол, розеноксид, альфа-терпинеол). Они обладают противогрибковыми, антибактериальными, противоопухолевыми,

противовоспалительными и антиоксидантными свойствами. Фитонциды пеларгоний благотворно влияют на психику человека, нормализуют его сердечный ритм, улучшают обменные процессы, обладают антидепрессивным потенциалом [4].

С целью пополнения существующего сортимента душистых пеларгоний с 2010 г. во ВНИИ цветоводства и субтропических культур ведутся работы по выведению отечественных сортов этой культуры. Новые сорта не должны уступать по декоративности и фитонцидным свойствам лучшим зарубежным сортам, но превосходить их по продуктивности, устойчивости к вредителям и болезням, быть более приспособленными к условиям влажно-субтропического климата Черноморского побережья Краснодарского края.

На первом этапе селекционных исследований большое значение имеет правильный выбор рекомбинантов, сочетающих максимальное количество полезных признаков. В работу включали геноисточники, определяющие фитонцидные свойства, декоративность и адаптивность. Использование источников с известной фенотипической структурой увеличивает вероятность получения запланированного гибридного потомства.

Исследования проводили на базе ботанического сада «Дерево Дружбы». Коллекция пеларгоний насчитывает около 200 сортообразцов и включает сорта отечественной и зарубежной селекции, дикорастущие виды и гибридные формы. Подбор декоративных, пластичных видов и сортов с ярко выраженными фитонцидными свойствами для включения в гибридизацию ведется на основании всестороннего изучения имеющихся в коллекции сортообразцов. Закладка опытов, сравнительное изучение по декоративным и хозяйственно-биологическим признакам, фенологические наблюдения и оценка новинок проводятся по «Методике сравнительной сортооценки декоративных растений» [1].

В нашей коллекции содержится около 50 сортообразцов имеющих ароматную листву, в том числе: 8 сортов душистых пеларгоний, 25 природных видов, 13 пеларгоний из группы *Angeleyes* и 2 из *Unique* [2, 3]. Аромат этих растений разнообразен (от розы до мускатного ореха), много образцов со смешанным ароматом.

В схему селекционного процесса нами были включены дикорастущие виды, обладающие комплексом заданных признаков, передающих их в большинстве комбинаций скрещиваний первому поколению гибридов. По результатам сортоизучения и гибридологического анализа потомства межвидовых скрещиваний в признаковую коллекцию рода *Pelargonium* за последние пять лет включено несколько сортов и видов – источников селекционно значимых и ценных признаков. Источники цитрусового аромата *P. crispum* и *P. citronellum* были выделены нами в 2016 г. [3].

За 2017–2019 выделены следующие источники хозяйственно ценных признаков.

Сорт душистой пеларгонии ‘Gemstone’ характеризуется высоко-декоративным цветком, стойким розово-цитрусовым ароматом и передает это качество почти 70 % гибридного потомства. Из недостатков следует отметить поражаемость *Trialeurodes vaporariorum*.

‘Clorinda’ – этот сорт, обладая ярким высоко-декоративным цветком и редким хвойным ароматом, способен передать эти качества 35–50 % своих гибридов.

P. cordifolium – использование этого генотипа в селекции позволяет создать гибридные формы с декоративной листовой пластинкой, редкой формой цветка и устойчивостью к *Trialeurodes vaporariorum*.

P. cucullatum – используя в качестве отцовской формы, можно получить до 20 % гибридных форм с моноколлерной окраской цветка. При использовании в качестве материнской формы гибридами наследуется легкий лимонный аромат.

P. tomentosum – передает своим гибридам (70–80 %) такие качества как зимостойкость, низкорослость и мятный аромат.

Методом межсортной гибридизации в период с 2012 по 2018 гг. создан гибридный фонд, из которого выделено около 32 перспективных и 9 элитных форм.

По результатам гибридологического анализа выделены источники селекционно значимых и ценных признаков. В Государственном реестре селекционных достижений РФ за 2018–2019 гг. зарегистрировано пять сортов пеларгоний, листья которых имеют смешанный розово-цитрусовый аромат. В качестве исходного материала для селекции на аромат рекомендуются ‘Gemstone’, ‘Clorinda’, *P. tomentosum*, *P. cordifolium*.

Литература

1. Былов В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений // Сборник трудов «Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений» М: Наука, 1978. С. 7–31.
2. Гутиева Н. М. Признаковая коллекция рода *Pelargonium* // Плодоводство и ягодоводство России. 2018. Вып. 54. С. 31–34.
3. Гутиева Н. М. Межвидовые сорта и гибриды *P. crispum*, перспективные для субтропиков России // Новые технологии. 2018. Вып. 3. С. 181–186.
4. Lim T. K. Edible medicinal and non-medicinal plants // Flowers. 2014. Vol. 8. P. 72–76.

UDC 631.527.5:633.812

Gutieva N. M.

Sources for producing pelargoniums with fragrant leaves

Summary. Essential oil plants can heal our environment by destroying pathogens. They are especially in demand in resort areas where a large number of sanatoriums and recreation areas are situated. The creation of highly decorative varieties of pelargonium with pronounced phytoncidal properties is one of the priority areas of breeding research with representatives of the genus *Pelargonium* L'Herit. ex Ait at the All-Russian Institute of Floriculture and Subtropical Crops. According to the results of varietal studies and hybridological analysis of interspecific crossbreeding progenies, the sources of selection-significant and important features were distinguished. From a large number of hybrids, we received 32 promising and 9 elite forms. There are five registered varieties of pelargonium with the rose-citrus aroma in the State Register of the Russian Federation. *P. crispum*, *P. citronellum*, *P. tomentosum*, *P. cordifolium* and fragrant pelargonium ‘Gemstone’ are recommended as source material for aroma selection.

Keywords: pelargonium, phytoncides, selection, valuable features, sources, varieties.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-14

УДК 632.951: 634.11

Диденко Надежда Александровна, Подгорная Марина Ефимовна

Динамика разложения остаточных количеств феноксикарба в плодах яблони
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
e-mail: didenko-n.a@mail.ru

В Краснодарском крае яблонная плодожорка (*Cydia pomonella* L.) является доминирующим вредителем яблоневых агроценозов, имеет три полных поколения и может повреждать до 70–80 % урожая. Для контроля фитофага в плодовых хозяйствах края проводят до 10 обработок различными химическими и микробиологическими инсектицидами, но не все они достаточно эффективны [1, 2].

Высокую эффективность для борьбы с *C. pomonella* показал инсектицид «Инсегар», ВДГ (250 г/кг феноксикарба), который относится к регуляторам роста насекомых ювеноидного типа с контактно-кишечным действием (3 класс опасности) и стабилен в условиях высоких температур. МДУ феноксикарба в плодах семечковых культур – 1,0 мг/кг, «срок ожидания» 40 суток [3, 4].

В научной литературе имеется недостаточно данных по накоплению остаточных количеств феноксикарба в плодовых агроценозах, исходя из этого целью исследования являлось определить динамику разложения феноксикарба в плодах яблони.

Материалы исследования: плоды яблони, «Инсегар», ВДГ (250 г/кг феноксикарба). Для выявления динамики разложения феноксикарба в ЗАО ОПХ «Центральное», г. Краснодар в 2017–2019 годах проведены широкие полевые опыты

на яблоне сорта Ренет Симиренко [5]. Образцы для анализа отбирали на 0 суток (через 5 часов) после двукратной обработки «Инсегаром», ВДГ с нормой расхода 0,6 кг/га, далее на 5, 10, 20, 30 и 40-е сутки. Экстракцию токсиканта в плодах яблони осуществляли по общепринятой методике [6, 7]. Определение остаточных количеств ксенобиотика в плодах яблони проводили методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе фирмы Клауег, с использованием хроматографической стальной колонки длиной 15 см, внутренним диаметром 4 мм, содержащей Диасфер 110-С18 (5 мкм), подвижная фаза: ацетонитрил – 0,005 М H_3PO_4 (50:50 по объёму), время удерживания феноксикарба 12,18 мин [7].

В результате исследований установлено, что применение препарата в 2017 г. в системе защиты яблони по первому поколению яблонной плодовой жоржки привело к более быстрому разложению феноксикарба, через пять часов после обработки содержание ксенобиотика составило 0,52 МДУ, на 10-е сутки уменьшилось в 3,5 раза и на 20-е полностью отсутствовало. Это объясняется тем, что в этот период в плодах яблони идет наиболее интенсивный процесс роста и развития, включающий линейный и радиальный рост клеток, что приводит к более быстрой деградации токсиканта (рисунок).



Рисунок – содержание остаточных количеств феноксикарба в плодах яблони сорта Ренет Симиренко

В 2018–2019 гг. образцы были отобраны после двукратной обработки «Инсегаром», ВДГ по первому и третьему поколению вредителя (за 40 дней до сбора урожая). Выявлено, что в момент обработки поллютант концентрировался в плодах яблони в количестве 2,0–1,79 мг/кг, на 10-е сутки его содержание снизилось в 2,5–2,4 раза, на 20-е еще в два раза. Полное разложение феноксикарба отмечено на 30-е сутки.

Установлено, что содержание феноксикарба в плодах яблони сорта Ренет Симиренко после двукратного применения инсектицидом «Инсегар», ВДГ с нормой расхода 0,6 кг/га на 20-е сутки составило 0,42–0,31 мг/кг, что ниже МДУ в 2,3–3,2 раза. Отмечено, что скорость разложения ксенобиотика проходит более быстро при обработке препаратом в первую половину вегетации, что связано с физиологическими процессами, проходящими в плодах яблони в момент роста и развития.

Литература

1. Черкезова С. Р. Разработка технологии защиты яблоневого сада против комплекса чешуекрылых вредителей в условиях погодных стрессов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. №55(1). С. 107–119.
2. Балыкина Е. Б., Трикоз Н. Н., Ягодинская Л. П. Вредители плодовых культур. Симферополь: Ариал, 2015, 268 с.
3. Poulsen M. E., Wenneker M., Withagen J., Christensen H. B. Pesticide residues in individual versus composite samples of apples after fine or coarse spray quality application // Crop Protection. 2012. Vol. 35. P. 5–14.
4. Список пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Издательство Листерра, 2020. 133 с.
5. Диденко Н. А., Подгорная М. Е. Содержание остаточных количеств инсектицида Инсегар, ВДГ (250 г/кг феноксикарб) в плодах яблони и сливы // Научные труды ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2019. Т. 26. С. 210–214.

6. МУ 2051-79. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 1979. 47 с.

7. МУК 4.1.2272-07. Определение остаточных количеств феноксикарба в яблоках, сливах и винограде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 19 с.

UDC 632.951: 634.11

Didenko N. A., Podgornaya M. Ye.

Dynamics of decomposition of residual amounts of fenoxycarb in apple fruits

Summary. The possibility of determining the residual amount of the insecticide “Insegar”, water-soluble granules (250 g/kg fenoxycarb) by high performance liquid chromatography is shown. The dynamics of the decomposition of the insecticide in the fruits of the apple tree is considered. On the 20th day, after double use of “Insegar” (consumption rate – 0.6 kg/ha), the fenoxycarb content was 0.42–0.31 mg/kg.

Keywords: apple, “Insegar”, water-soluble granules, fenoxycarb, high performance liquid chromatography.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-15

УДК 634.85/.86.047:631.811.98:632.4

Диденко Павел Александрович

Продуктивность винограда и качество виноматериалов на фоне применения минерального удобрения нового поколения в условиях Крыма

ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и

виноделия «Магарач» РАН»

e-mail: pavel-liana@mail.ru

Виноградарство по праву является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства Республики Крым. На сегодняшний день повышение урожайности винограда и качества виноматериалов при использовании минеральных удобрений и поверхностно-активных веществ нового поколения при внекорневых обработках виноградной лозы является актуальным направлением исследований.

Цель исследований заключалась в оценке влияния минерального удобрения нового поколения «Нутри-Файт» и кондиционера воды «Спартан», при их совместном использовании в баковых смесях пестицидов, на продуктивность винограда и качество виноматериалов, полученных из технического сорта Каберне-Совиньон.

Полевые испытания проводили в почвенно-климатических условиях Горнодолинной зоны виноградарства Крыма на виноградниках предприятия филиал «Алушта» ГУП РК «ПАО «Массандра»» (г. Алушта) в 2015–2017 гг. При проведении исследований использовали общепринятые методы, применяемые в виноградарстве [1]. Опыты проводили по схеме:

1. Опыт – система защиты хозяйства от вредных организмов + «Нутри-Файт» (2,25 л/га) + «Спартан» (0,2 л/га) – обработки в следующие фенологические фазы развития винограда: «перед цветением», «после цветения», «ягода величиной с горошину» и «начало созревания».

2. Контроль – традиционная система защиты хозяйства от вредных организмов.

В годы проведения исследований метеорологические показатели были типичными и благоприятными для роста и развития виноградных растений. Прослеживалась общая тенденция последнего десятилетия – увеличение среднесуточной температуры воздуха в период вегетации винограда на фоне неравномерного распределения осадков.

В ходе трехлетних исследований проводили оценку основных фитометрических показателей винограда. В опытном варианте при использовании

изучаемых препаратов установлено повышение прироста куста винограда на 13,6–17,6 % (153,6–232,1 см³) и увеличение площади листовой поверхности во второй декаде августа на 5 % (0,22 м²) в сравнении с контролем (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика фитометрических показателей виноградного куста при использовании препаратов «Нутри-Файт» и «Спартан», среднее за 2015–2017 гг.

Вариант	Средняя длина побега, см			Площадь листовой поверхности, м ²			Прирост куста, см ³		
	II декада июня	II декада июля	II декада августа	II декада июня	II декада июля	II декада августа	II декада июня	II декада июля	II декада августа
Контроль	116,2	129,2	136,2	4,24	4,38	4,53	1128,7	1318,9	1422,4
Опыт	122,0	136,5	142,6	4,32	4,49	4,75	1282,3	1551	1623,6
НСР ₀₅	6,42	6,83	7,11	0,22	0,22	0,24	58,12	67,56	71,18

На опытном участке проводили измерения динамики накопления сахаров в соке ягод винограда. Установлено, что совместное применение препаратов с пестицидами способствует более быстрому накоплению сахаров в сравнении с контролем, существенная разница в динамике накопления сахара в период созревания составила 7–10 г/дм³ или 4–12 % (при НСР₀₅ = 6,92).

Экспериментально доказано, что внекорневые подкормки минеральным удобрением «Нутри-Файт» совместно с кондиционером «Спартан» позволяют увеличить вес грозди на 19,3 г (15,8 %, таблица 2), повысить урожай на 0,8 кг/куст (17 %). Установлено, что концентрация сахара в соке ягод винограда в опыте (209 г/дм³) существенно превышала контроль, разница составила 8 г/дм³ (4 %, таблица 2).

Таблица 2 – Влияние внекорневой обработки препаратами «Нутри-Файт» и «Спартан» на продуктивность и качество винограда, среднее за 2015–2017 гг.

Вариант	Средняя масса грозди, г	Количество гроздей, шт./куст	Урожай, кг/куст	Урожайность, ц/га	Массовая концентрация в соке ягод винограда, г/дм ³	
					сахаров	титруемых кислот
Контроль	122,1	38,5	4,7	94,0	201	6,5
Опыт	141,4	38,9	5,5	110,0	209	6,2
НСР ₀₅	7,14	1,87	0,38	-	6,23	0,35

Установлено последствие влияния препаратов, которые обеспечили ежегодную прибавку урожая винограда: в 2015 г. – 7 ц/га; в 2016 г. – 20 ц/га; в 2017 г. – 27 ц/га.

С целью определения качества столовых сухих виноматериалов на фоне использования изучаемых препаратов проводилась оценка образцов вина, приготовленного с опытных участков виноградника сотрудниками лаборатории тихих вин института «Магарач». Установлено, что использование изучаемых препаратов привело к увеличению в виноматериалах содержания фенольных веществ на 12,7 % (138,0 мг/дм³) в сравнении с контролем (1088 мг/дм³). Все остальные химические показатели находились на одном уровне с контролем.

Таким образом, в результате проведенных трехлетних исследований по применению удобрения нового поколения «Нутри-Файт» и кондиционера воды «Спартан» на винограде технического сорта Каберне-Совиньон в условиях Горно-долинного Крыма установлено:

1. Существенное увеличение прироста виноградного куста на 13,6–17,6 % (153,6–232,1 см³) и листовой поверхности на 5 % (0,22 м²) в сравнении с контролем;
2. Достоверное повышение урожайности винограда на 17 % (0,8 кг/куст) и концентрации сахара в соке ягод на 4–12 % (7–10 г/дм³);
3. Увеличение концентрации фенольных веществ в виноматериалах на 12,7 % (138 мг/дм³).

Литература

1. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины // Под ред. Авидзбы А. М. Ялта: ИВиВ «Магарач», 2004. 264 с.

UDC 634.85/.86.047:631.811.98:632.4

Didenko P. A.

Effect of new-generation mineral fertilizers on productivity of grapes and quality of wine in the Crimea

Summary. The article presents the results of the experimental study of the effect of new-generation mineral fertilizer “Nutri-Fight” and water conditioner “Spartan” (used as a tank mixture) on productivity of grapes and quality of wine produced from the red wine grape variety ‘Cabernet-Sauvignon’. Experiments were carried out in the soil and climatic conditions of the mountain-valley zone of the Crimean Peninsula. The studied preparations were added to mineral fertilizer and used at such grape berry development stages as “before blooming”, “after blooming”, “pea-sized berry”, “beginning of fruit maturation”. In the course of the research we found that 2.25 l/ha of “Nutri-Fight” and 0.2 l/ha of water conditioner “Spartan” were the optimal rates and had positive effect on the grape yield and wine quality.

Keywords: grapes, mineral fertilizers, foliar top dressing, productivity, wine.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-16

УДК 579.22:632.51/632.3+632.4

Дидович Светлана Витальевна, Алексеенко Ольга Петровна, Пась Анна Николаевна

Биогербициды для контроля численности сорных растений агроценозов Крыма

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: sv-alex.68@mail.ru

Каждый год на засоренных землях сорными растениями отчуждается около 12 млн т питательных веществ, что намного больше объема удобрений, вносимых на поля страны. Несомненно, что с укреплением экономики России возрастет применение химических средств защиты растений, а это потребует еще более пристального внимания к проблеме экологической безопасности [1]. В связи с этим, необходимо проводить поиск путей разработки биологических средств защиты, что актуально в настоящее время и с принятием Федерального закона РФ №280-ФЗ «Об органической продукции», вступившим в силу с 1 января 2020 года [2].

Целью данного исследования стало изучение штаммов и новых выделенных из сорных растений изолятов микроорганизмов из Крымской коллекции микроорганизмов ФГБУН «НИИСХ Крыма» [3] и Альгологической коллекции ИФХиБПП РАН [4] для использования в качестве биогербицидов на сорных растениях агроценозов Крыма таких, как *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Amaranthus retroflexus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L.

Фитотоксичность 12 штаммов/изолятов гетеротрофных и фототрофных микроорганизмов и их препаративных форм изучали в лабораторном опыте методом биопробы на листьях сорных растений. Обработку проводили суспензией микроорганизмов в дозе 10^5 клеток, либо 10 мкл культурального фильтрата)/см² листового диска или высечки с учетом расположения устьиц (сверху/снизу листа) в четырех повторениях и сравнивали с контролем – обработка водой. Оценку некрозов проводили по шестибалльной шкале.

Поверхностная обработка листовых дисков/высечек позволила выявить микробные культуры биогербицидного действия, среди которых: штамм *Bacillus sp.* MSK46 по интенсивности поражения листа *Amaranthus retroflexus* L. (устьице снизу) в 10 раз превышал контроль ($p < 0,05$); штаммы *Bacillus sp.* ЗСДШ80 и ЗС11, изолят микромицета MSK1Г – в 3,0–3,5 раза при обработке листа *Cirsium arvense* (L.) Scop.

(устыице снизу) и штаммы *Nostoc sphaeroides* ACSSI 150, *Bacillus sp.* MSK3б, изолят микромицета MSK3г при обработке листа этого же растения (устыице сверху) превышали в 1,5–2,0 раза контроль ($p < 0,05$). Некроз листовой пластины *Ambrosia artemisiifolia* L. вызывала обработка изолятами бактерий MSK4б, микромицетов MSK2г и MSK3г при устыице снизу в 40–70 раз, и при устыице сверху в 5–7 раз (кроме изолята MSK4б) относительно контроля ($p < 0,05$).

Таким образом, для разработки технологии биогербицидов против *Amaranthus retroflexus* L. и *Ambrosia artemisiifolia* L. рекомендован штамм *Bacillus sp.* MSK4б с фитотоксичностью в 10–70 раз превышающей контроль и изолят микромицета MSK3г против *Cirsium arvense* (L.) Scop. и *Ambrosia artemisiifolia* L. с фитотоксичностью в 2–8 раз превышающей контроль.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Госзадания №0834-2019-0006.

Литература

1. Куликова Н. А., Лебедева Г. Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: учебное пособие. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 152 с.
2. Федеральный закон N 280-ФЗ «Об органической продукции». [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://base.garant.ru/72005268/> (дата обращения 27.03.2020).
3. Научно-техническая структура Российской Федерации. Крымская коллекция микроорганизмов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ckp-rf.ru/usu/507484/> (дата обращения 30.04.2020).
4. Сайт Альгологической коллекции ИФХиБПП РАН. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://acssi.org> (дата обращения 30.04.2020).

UDC 579.22:632.51/632.3+632.4

Didovich S. V., Alekseenko O. P., Pas' A. N.

Bioherbicides for controlling the number of weeds in the agrocenoses of the Crimea

Summary. The paper presents a study about the ecologization of plant protection from weeds. The strain of *Bacillus sp.* Msk4b with phytotoxicity 10–70 times higher compared to control was recommended for the development of bioherbicide technology against *Amaranthus retroflexus* L. and *Ambrosia artemisiifolia* L. Isolate of micromycete Msk3g with phytotoxicity 2–8 times higher compared to control was recommended against *Cirsium arvense* (L.) Scop. and *Ambrosia artemisiifolia* L.

Keywords: microorganisms, phytotoxicity, bioherbicide, weeds.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-17

УДК 632.95

Дмитриева Ирина Геннадиевна

Эффективность производных 2-алкилтионикотинонитрилов в качестве регуляторов роста на озимой пшенице

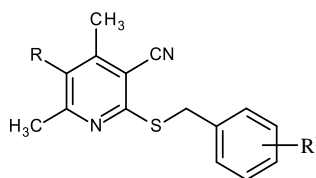
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
e-mail: irina.bona.mente@gmail.com

Озимая пшеница, несомненно, одна из самых экономически значимых сельскохозяйственных культур в растениеводстве России. В зерне пшеницы содержатся протеины, крахмал, витамины, микроэлементы и другие ценные вещества, это важный продукт как для человека, так и для животных [1].

Исходя из этого, поиск средств повышения урожайности зерна озимой пшеницы актуален. С этой целью в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур предусмотрено применение регуляторов роста растений [2]. Регуляторы роста не только увеличивают урожай, но и улучшают его качество, условия уборки и хранения продукции.

В развитых зарубежных странах рострегуляторы широко применяют, в России их использование существенно ниже.

Целью нашей работы являлась разработка новых регуляторов роста озимой пшеницы. Для этого нами синтезирован ряд соединений, являющихся полизамещенными никотинонитрилами, содержащими в положении 2 пиридинового цикла S-Alk-группу, общей формулы **I**:



Ia-n

где R = CH₃, H, Cl, CH₃; R¹ = галоген, алкил, алкокси, amino, алкиламино и др.

В классе производных азотсодержащих гетероциклов найдено множество БАВ с разнообразными видами активности [3–5].

Полевые опыты проведены на экспериментальной площадке КубГАУ в 2018–2019 гг., в опытах использовали растения озимой пшеницы сорта Алексеич. Площадь опытной делянки 5,0 м², повторность четырехкратная. Обработку растений потенциальными регуляторами роста проводили в фазу кущения из расчета 30 г/га и в фазу флагового листа (доза та же). Вещества наносили в виде водного раствора, опрыскивали с помощью опрыскивателя «ОЭМП-16». Контрольный вариант – необработанные растения.

В течение всего периода вегетации проводили изучение фенологических и биометрических показателей. Перед первой обработкой на делянках проведён учёт густоты стояния растений с помощью шаблонного квадрата (0,5 × 0,5) 0,25 м². Перед уборкой урожая на опытном участке проведён учёт густоты продуктивного стеблестоя и отбор модельных снопов для оценки основных элементов структуры урожая. С каждой делянки отбирали среднюю пробу зерна для последующего анализа качества. Урожай убирали в момент полного созревания зерна.

Рострегулирующую активность определяли по увеличению урожая с растений, обработанных рострегулятором, в сравнении с контролем (необработанные растения). Данные учета подвергали статистической обработке с использованием НСР₀₅. Качество зерна определяли на инфракрасном спектрофотометре «Инфрапид 61».

Данные опытов представлены в таблице.

Таблица – Влияние регуляторов роста на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы сорта Алексеич (2018–2019 гг.)

Шифр соединения	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к контролю		Показатель содержания в зерне, %	
		ц/га	%	белок	клейковина
Соединение Ic	68,4	7,5	11,8	16,6	20,1
Соединение If	66,9	6,0	9,9	16,4	19,6
Альбит (эталон)	65,2	4,3	7,1	15,0	19,7
Контроль	60,9	–	–	14,9	19,0
НСР ₀₅	2,6			1,02	1,81

Проведенное исследование позволило в числе изучаемых соединений выявить два эффективных вещества – **Ic** и **If**, применение которых в качестве регуляторов

роста способствовало увеличению урожайности озимой пшеницы на 6,0–7,5 ц/га (9,9–11,8 %). Повышение урожая явилось следствием того, что под влиянием исследуемых веществ увеличивалась длина колоса на 2,5–7,0 %, количество зерен в колосе – до 9,5 %, масса зерна в колосе – на 8,4–10,2 %. Качество зерна также превосходило контрольный вариант: содержание белка и клейковины более чем на 1 % превышало таковое в контроле. Эталон сравнения (альбит) по всем показателям уступал синтезированным нами соединениям.

Таким образом, соединения **Ic** и **If** являются перспективными регуляторами роста, необходимо их дальнейшее изучение.

Литература

1. Бершадская С. И., Нещадим Н. Н., Квашин А. А. Урожайность и качество зерна различных сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественника, удобрений и других приемов выращивания // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2016. № 120. С. 15–25.
2. Вакуленко В. В., Шаповал О. А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. 2001. № 2. С. 27–29.
3. Дядюченко Л. В., Дмитриева И. Г., Заводнов В. С., Макарова Н. А. Синтез замещённых изоксазоло[5,4-*b*]пиридинов и их антидотная активность // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2016. № 122(08). С. 471–480.
4. Дмитриева И. Г., Заводнов В. С., Макарова Н. А., Дядюченко Л. В. Антидотная активность производных 2-алкилтионикотинитрилов // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2017. № 132(08). С. 435–441.
5. Дядюченко Л. В., Назаренко Д. Ю., Ткач Л. Н., Тосунов Я. К., Дмитриева И. Г. Поиск новых иммуномодуляторов сахарной свеклы в ряду производных пиридилгидразонов // Политематический электронный научный журнал КубГАУ. 2016. № 8. С. 461–470.

UDC 632.95

Dmitrieva I. G.

The effectiveness of 2-alkylthionicotinenitriles derivatives as growth regulators on winter wheat

Summary. Some derivatives of 2-alkylthionicotinenitriles were synthesized for the search of the new winter wheat growth regulators. The growth regulating activity of the new compounds was studied and the substances with high growth-stimulating effect were found.

Keywords: screening, growth regulator, winter wheat, yield increase.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-18

УДК 637.75

Дроботова Елена Николаевна

Видовой состав вредителей эфиромасличных культур ФГБУН «НИИСХ Крыма»

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: elena-drobotova0345@mail.ru

Интенсивность повреждения растений вредителями – важный биотический фактор, влияющий на продуктивность сельскохозяйственных культур. Для поддержания оптимального фитосанитарного состояния агробиоценозов эфиромасличных культур необходимы знания видовой состава вредителей и степень их вредоносности [1, 2]. Исходя из этого, главной целью работы являлось выявление потенциально опасных видов и определение оптимальных мер борьбы с ними [3].

В 2019 г. на опытных полях в с. Крымская роза (Белогорский район) была проведена оценка коллекционных образцов кориандра посевного, мяты, розы эфиромасличной, шалфея мускатного и лаванды узколистной на наличие и повреждаемость вредителями, что позволило выявить образцы разной степени повреждаемости: не поражаемые, слабопоражаемые, среднепоражаемые и сильнопоражаемые (таблица).

Таблица – Видовой состав вредителей эфиромасличных и лекарственных культур в 2019 г.

Вредитель	Вредящая стадия, характер повреждения	Степень повреждения
Мята перечная		
Мятный листоед (<i>Chrysomela menthastry</i> D.)	Жуки обгрызают листья на всходах и отрастающих растениях, объедают прицветники, лепестки в цветках, перегрызают цветоножки.	Средняя
Цикадки (Cicadellidae)	Взрослые особи и личинки сосут листья и цветки, являются переносчиками вирусов.	Средняя
Тля (Aphidoidea)	Взрослые особи и личинки повреждают генеративные органы.	Средняя, сильная
Мятный клещ (<i>Eriophyes menthae</i> Moll.)	Клещи высасывают соки из листьев, листья приобретают мраморный рисунок и засыхают.	Слабая, средняя
Совки (Noctuidae)	Гусеницы объедают листья.	Слабая
Кориандр посевной		
Озимая совка (<i>Agrotis segetum</i> Schif.)	Гусеницы объедают листья	Средняя
Зонтичная моль (<i>Depressaria depressana</i> F.)	Гусеницы полностью уничтожают растения	Слабая, средняя
Кориандровый семяед (<i>Systole coriandri</i> Gus.)	Личинки повреждают семена	Слабая
Цикадки (Cicadellidae)	Взрослые особи и личинки сосут листья и цветки, являются переносчиками вирусов	Средняя
Тля (Aphidoidea)	Взрослые особи и личинки повреждают генеративные органы	Средняя, сильная
Роза эфиромасличная		
Пилильщик розанный (<i>Cladius pectinicornis</i> G.)	Личинки повреждают верхушечную часть побега, проделывая спускающиеся к низу ходы.	Слабая, средняя
Розанная листовёртка (<i>Archips rosana</i> L.)	Гусеницы повреждают листья, бутоны, сплетая их паутиной	Средняя
Тля зелёная розанная (<i>Macrosiphum rosea</i> L.)	Взрослые особи и личинки повреждают генеративные органы	Средняя, сильная
Цикадка розанная (<i>Edwardsiana rosae</i> L.)	Взрослые особи и личинки сосут листья и цветки, являются переносчиками вирусов	Средняя, сильная
Шалфей мускатный		
Тля (Aphididae)	Взрослые особи и личинки повреждают генеративные органы	Средняя, сильная
Цикадка пёстрая (<i>Eupteryxa tropunctata</i> L.)	Взрослые особи и личинки сосут листья и цветки, являются переносчиками вирусов	Слабая, средняя
Шалфейный клещ (<i>Phyllocopte sobtus</i> Nal.)	На листьях образуются белые пятнышки. При сильном повреждении листья опадают	Средняя, сильная
Луговой мотылек (<i>Loxostege ticticali</i> L.)	Гусеницы полностью уничтожают растения	Средняя
Совка хлопковая (<i>Helicoverpa armigera</i> H.)	Гусеницы объедают листья	Средняя
Лаванда узколистная		
Изофия крымская (<i>Isophya taurica</i> B.)	Взрослые особи и личинки повреждают генеративные органы	Слабая
Цикадки (Cicadellidae):		
Пенница слюнявая (<i>Philaenus spumarius</i> L.)	Вызывает морщинистость листьев, недоразвитие завязей, деформацию генеративных и вегетативных органов.	Средняя
Церкопис краснопятнистый (<i>Cercopis vulnerata</i> R.)	Питаются на корнях	Слабая
Лепирония жукоподобная (<i>Lepyronia coleoptrata</i> L.)	Побеги, которые были повреждены слишком сильно, заметно отстают в развитии и росте, сильно истончаются и окрашиваются в светлые тона.	Средняя

Погодно-климатические условия 2019 г. были благоприятными для интенсивного размножения и распространения вредителей, чему способствовал теплый, практически безморозный зимний период (январь – +1,5; февраль – + 2,2 °С к среднемноголетней норме) и повышенные температуры в весенне–летний период, превышающие среднемноголетние показатели (март – +2,2; май – +2,4; июнь – + 4,1; август – 2,1°С к норме).

Результаты проведенных исследований показали, что в видовом составе фитофагов определяющая роль принадлежит многоядным вредителям, а также их специализированным видам, распространенным в нашем регионе и трофически связанным с близкородственными культурами и дикорастущими растениями прилегающих угодий [2, 3].

По итогам проведенных учетов для каждой исследуемой культуры определены доминантные и потенциально опасные виды, по которым проводят ежегодный мониторинг фитосанитарного состояния агробиоценозов и выбор оптимальных способов защиты от вредных объектов [2–4].

В 2019 г. среди наиболее восприимчивых к вредителям культур отмечены шалфей мускатный и роза эфиромасличная, а наименее восприимчивых – фенхель обыкновенный и лаванда узколистная.

Проведенные исследования показали, что в 2019 г. наибольший вред эфиромасличным культурам был нанесен представителями отряда Полужесткокрылые, а именно цикадками (Cicadellidae) и тлей (Aphidoidea). Данные вредители могут значительно снизить урожай, а в отдельных случаях – привести к гибели растений. Благодаря своевременному учету, проведению агротехнологических приемов и применению химической системы защиты по борьбе с вредителями количество патогенов не превысило ЭПВ [1–3].

Таким образом, в связи с меняющимися погодно-климатическими условиями необходимо ежегодно проводить учет видового состава вредителей для более точного прогнозирования уровня вредоносности в последующем году и более эффективной борьбы с ними [2, 4].

Литература

1. Пикушова Э. А., Анцупова Т. Е., Девяткин А. М. Определитель вредителей сельскохозяйственных культур по повреждениям растений для юга России: учебное пособие. Краснодар: ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2013. 119 с.
2. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней с/х растений. Воронеж, Министерство сельского хозяйства РСФСР ВНИИЗР, 1984. 274 с.
3. Тимофеева В. Болезни и вредители лекарственных растений // Наука и инновации. 2015. Т. 8(150). С. 57–63.
4. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 76 с.

UDC 637.75

Drobotova E. N.

Pests of essential oil crops grown at the Research Institute of Agriculture of Crimea

Summary. During the study, we found that 2019 was favourable for pests' growth, development and spread. Cicadellidae and Aphidoidea were the most harmful and numerous ones that damaged essential oil plants. *Salvia sclarea* was the most susceptible among the studied plants. We also found that the number of pathogens did not exceed the economic injury level thanks to timely monitoring and weed control methods.

Keywords: pests, essential oil plants.

УДК 632.95

Дядюченко Людмила Всеволодовна¹, Дмитриева Ирина Геннадиевна²

Изучение рострегулирующей активности производных пиразолопиридинов на растениях сои

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биологической защиты растений»;

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

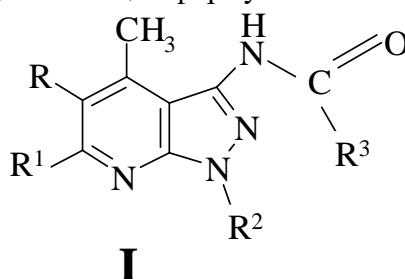
e-mail: ludm.dyadiuchenko@yandex.ru

Соя является важной продовольственной культурой в мире, которой уделяют большое внимание. Состав сои отличается высоким содержанием белков, липидов, витаминов и минеральных веществ. Культура характеризуется достаточно высокой производительностью, широким ареалом распространения и экономичностью производства. Благодаря этому, соя является ведущей бобовой и масличной культурой мира, лидирует в мировом экспорте сельскохозяйственной продукции [1].

Несомненно, что поиск путей повышения урожайности сои, как и качества семян актуален [2]. В современном земледелии для повышения урожайности используют регуляторы роста и развития растений. К регуляторам роста относятся природные или синтетические вещества, которые в малых дозах активно влияют на обмен веществ растений, способствуют лучшему усвоению питательных веществ из почвы. За рубежом регуляторы роста применяются широко, Россия же в этом вопросе существенно отстает.

Целью данной работы являлся поиск новых действующих веществ для создания отечественных регуляторов роста сои.

Для этого была синтезирована группа новых соединений, относящихся к производным пиразолопиридинов общей формулы I:



где R = H, Cl, CH₃; R¹ = Cl, CH₃; R² = H, CH₃; R³ = алкил, арил.

Азотсодержащие гетероциклы являются структурным компонентом многих природных соединений. Они входят в состав витаминов, ферментов, алкалоидов, пигментов, гормонов. Среди производных азотсодержащих гетероциклов ранее нами найдены биологически активные вещества [3, 4].

Биологический скрининг рострегуляторов осуществляли в два этапа: сначала изучали эффективность соединений в лабораторном опыте по общепринятой методике [5], затем выявленные перспективные соединения испытывали в условиях поля.

Полевые опыты проведены на экспериментальной базе ВНИИБЗР в 2019 г., в опытах использовали семена сои сорта Бара. Площадь опытной делянки 5,0 м², повторность –четырехкратная. Обработку опытных делянок проводили дважды: в фазу 4–5 листьев и в фазу бутонизации–ветвления. Способ обработки растений – опрыскивание водными растворами испытуемых веществ, доза вещества составляла 30 г/га.

В период между первой обработкой до уборки урожая на опытном участке проводили наблюдения и учеты по основным фазам роста и развития растений сои.

Перед уборкой урожая отбирали модельные снопы для последующей оценки влияния препаратов на формирование основных элементов структуры урожая.

Рострегулирующую активность изучаемых соединений определяли по увеличению урожая растений, обработанных рострегулятором, в сравнении с контролем (необработанные растения). Данные учета подвергали статистической обработке с использованием НСР₀₅.

В лабораторном опыте отобрано соединение **Id**, которое увеличивало длину стебля проростка сои на 16 %, а длину корня на 19 %, что послужило основанием для его изучения в условиях полевого мелкоделяночного опыта.

Данные полевых исследований представлены в таблице 1. Под влиянием регулятора роста увеличивалось количество бобов на одно растение, количество семян и масса семян, что привело к повышению урожайности культуры на 28 % по отношению к контролю. Одновременно улучшилось качество зерна, так, содержание белка увеличилось на 1,1 %, масла – на 0,9 %. Экспериментальный рострегулятор **Id** превзошел по эффективности эталон Ретацел (таблица).

Таблица – Влияние регулятора роста на продуктивность и качество зерна сои сорта Бара, 2019 г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к эталону		Количество на одно растение			Содержание белка, %	Содержание масла, %
		ц/га	%	бобов, шт.	семян, шт.	масса семян, г		
Контроль	13,1	-	-	19,6	43,0	6,6	42,2	26,0
Соединение Id	16,8	3,7	28,0	24,5	60,4	8,2	43,3	26,9
Ретацел (эталон)	15,5	2,4	18,1	22,9	53,1	7,38	42,5	26,7
НСР ₀₅	2,4	-	-	2,8	4,5	0,9	3,8	3,1

Таким образом, выявленное соединение **Id** после дальнейшего более детального изучения возможно рассматривать в качестве перспективного действующего вещества для создания нового отечественного регулятора роста сои.

Литература

1. Федотов В.А. Гончаров С.В., Столяров О.В. Соя в России. М: Агролига России, 2013. 432 с.
2. Шаповал О.А., Можарова И.П., Мухина М.Т. Влияние регуляторов роста растений нового поколения на рост и продуктивность растений сои // Плодородие. 2015. № 5. С. 32–34.
3. Дядюченко Л.В., Дмитриева И.Г., Назаренко Д.Ю., Стрелков В.Д. Синтез некоторых замещенных пиридин-3-сульфонилхлоридов, -сульфоокислот и – сульфониламидов // Химия гетероциклических соединений. 2014. № 9. С. 1366–1377.
4. Дядюченко Л.В., Назаренко Д.Ю., Ткач Л.Н., Тосунов Я.К., Дмитриева И.Г. Поиск новых иммуномодуляторов сахарной свеклы в ряду производных пиридилгидразонов // Политематический электронный научный журнал КубГАУ. 2016. №122(08). С. 461–470.
5. Гост 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести // М: Изд-во стандартов. 1985. 57 с.

UDC 632.95

Dyadyuchenko L.V., Dmitrieva I.G.

Study of the growth-regulating activity of pyrazolopyridine derivatives on soybean plants

Summary. The aim of this work was to find new active substances to create domestic soybean growth regulators. The screening was carried out in a series of naphthalene-2-sulfonyl amide derivatives. Substances with high growth-stimulating activity were identified.

Keywords: screening, growth regulator, soybean, yield increase.

УДК 631.58:631.582

Женченко Клара Готлибовна, Турин Евгений Николаевич, Гонгало Анна Андреевна, Иванов Валерий Юрьевич, Караева Наталья Викторовна, Реент Валерий Владимирович
Засоренность культур в севооборотах в зависимости от систем земледелия в Крыму

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: borisakunin1979@yandex.ru

Аграрное производство является важнейшей отраслью экономики Российской Федерации [1]. Современная земледельческая наука как фундаментальная, так и прикладная, идут различными путями, но за основу взяты приоритетные направления – повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, расширенное воспроизводство почвенного плодородия с учетом экономических преимуществ. Успешное развитие сельскохозяйственного производства возможно при изучении зональных систем земледелия с внедрением в производство энергосберегающих, почвозащитных технологий при учете погодно-климатических условий [2].

Больше десяти лет в степной зоне Крыма успешно применяют технологию прямого посева в необработанную почву. Технология основана на возделывании всех культур без обработки почвы: посев специальными сеялками с одновременным внесением удобрений; уход за посевами, их защита от вредителей, болезней и сорных растений химическим путем при превышении порогов экономической безопасности и уборка с оставлением всей непродуктивной части урожая в местах возделывания [3, 4]. Главная задача технологии – минимальное вмешательство в процессы, происходящих в почве и окружающей среде, без нарушения естественных процессов взаимодействия системы «растение–почва».

Цель работы – изучить засоренность культур севооборота в зависимости от технологий – традиционной системы (ТС) и прямого посева (ПП).

Стационарный опыт по изучению прямого посева в сравнении с традиционной системой земледелия заложен в 2015–2016 гг. на опытном поле НИИСХ Крыма. За основу взяли два пятипольных севооборота, входение в севооборот осуществляли по всем полям. Все параметры определяли по общепринятым методикам [5]. Учет количества сорных растений и их видовой состав проводили по озимым зерновым в фазу кущения, по яровым – в фазу полных всходов, а также после мероприятий по их уничтожению и перед уборкой.

Почва участка закладки опыта – чернозем южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый на делювиальных суглинках, подстилаемых элювием известняка [6]. Среднегодовое количество осадков за последние 30 лет – осадков выпадало 446,5 мм, температура воздуха составляла 11,5 °С [7].

В первой ротации севооборота предполагается уничтожение сорной растительности; в контрольном варианте – классическое земледелие – сочетание агротехнических и химических методов, на прямом посеве – только путем химических опрыскиваний.

Учет и уничтожение сорняков при любой системе земледелия обязательны при превышении их количества экономического порога вредоносности. Количество сорных растений в посевах пшеницы озимой зависело не только от системы земледелия, но и от предшественника: по традиционной системе (пар чистый) из года в год количество сорняков было достоверно меньше, чем по прямому посеву (горох посевной). В среднем за четыре года в контроле (традиционный посев) количество сорняков составило 52,8 шт./м², при прямом посеве – 60,3 шт./м², разница – 7,5 шт./м². Посевы ячменя озимого больше засорены при традиционной системе земледелия в сравнении с прямым посевом – 60,7 и 41,2 шт./м² соответственно. По полным всходам льна масличного по ТС имеем 38 сорняков, а по ПП – на 11 шт./м² больше. Посевы сорго засорены по системам земледелия в одинаковой степени, в среднем в контроле – 50,6, в ПП – 46,2 шт./м². К уборке количество сорных растений, после всех

мероприятий по их истреблению, незначительное: по озимым зерновым в ТП – 7 шт./м², в ПП – 6 шт./м²; по яровым – от 14 до 19 шт./м².

В годы исследований на полях наблюдался смешанный тип засоренности: по озимым, не зависимо от технологий возделывания, преобладали зимующие и озимые сорняки, по яровым – однолетние яровые. Во всех культурах в севооборотах, как при традиционной системе земледелия, так и на прямом посеве, на делянках многолетние корневищные и корнеотпрысковые сорняки отсутствовали или встречались единично. Ситуация изменилась в 2019 г., после выпавших в июне осадков в количестве 120 мм, что составило больше двух месячных норм и спровоцировало появление на посевах всех культур значительного количества выюнка полевого и единичных растений осота розового. В контроле количество многолетников варьировало от 21,2 до 67,8 % от общего количества сорняков, в прямом посеве – от 16,2 до 67,8 %, т. е. их количество было значительным при использовании обеих технологий, но в среднем по ПП их было больше.

Окончательную оценку изучаемой технологии ПП по засоренности можно дать только по окончании ротации севооборота. Предварительные выводы: при своевременных и качественно проведенных мерах защиты от сорных растений технология прямого посева не уступает традиционной. При переходе на прямой посев рекомендуется менять гербициды, их нормы и применять баковые смеси.

Литература

1. Адамень Ф. Ф., Плугатарь Ю. В., Рюмшин А. В. Практическое руководство по выращиванию нута в Крыму (практические рекомендации). Симферополь: ИП Гальцева Н. А., 2018. 104 с.
2. Дридигер В. К. Практические рекомендации по освоению технологии возделывания культур без обработки почвы в засушливой зоне Ставропольского края. Саратов: Амирит, 2016. 82 с.
3. Гонгало А. А., Турин Е. Н., Женченко К. Г. Изучение системы земледелия прямого посева в сравнении с традиционной в условиях Центральной степи Крыма // III научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В. И. Вернадского». Симферополь: ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», 2018. С. 120–125.
4. Турин Е. Н., Женченко К. Г., Гонгало А. А. Урожайность и экономическая эффективность применения системы прямого посева в сравнении с традиционной на фоне комплексного биологического препарата при выращивании различных сельскохозяйственных культур в условиях Центральной степи Крыма // Материалы международной научно-практической конференции «Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ». Курган: Курганская ГСХА, 2018. С. 668–673.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 315 с.
6. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышения их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
7. Агроклиматический справочник по Крымской области. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 136 с.

UDC 631.58:631.582

Zhenchenko K. G., Turin E. N., Gongalo A. A., Ivanov V. Yu., Karaeva N. V., Reent V. V.
Weed infestation in the crop rotations depending on the cultivation technology in the Crimea

Summary. The stationary experiment on the comparative study of the direct sowing and traditional cultivation technology was laid in 2015–2016 at the trial field of the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”. Two five-course crop rotations were taken as a base; all fields were included in the crop rotation. During the years of research, we observed mixed weed infestation. No matter what cultivation technology was applied, actual weed flora at the fields with winter crops was represented by overwintering and winter weeds; at the fields with spring crops – annual spring weeds. There were no rootstock grasses and rhizomatous perennial weeds or there were few of them at all fields in the experimental crop rotations both by traditional cultivation technology and direct sowing. Timely and high-quality weed control put the direct sowing on equal footing with the traditional one. It is advisable to change herbicides, their doses, as well as use tank mixes, after moving to a direct sowing system.

Keywords: cultivation technology, direct sowing, traditional sowing, crop rotation, weeds, herbicides.

УДК 577.19

Ишмуратова Наиля Мавлетзяновна, Яковлева Марина Петровна, Выдрин Валентина
Афанасиевна, Мясоедова Юлия Викторовна, Гарифуллина Лилия Рашидовна,
Ишмуратов Гумер Юсупович

**Создание феромонного препарата для борьбы с вредителем зерна и
зернопродуктов – большим мучнистым хрущак**

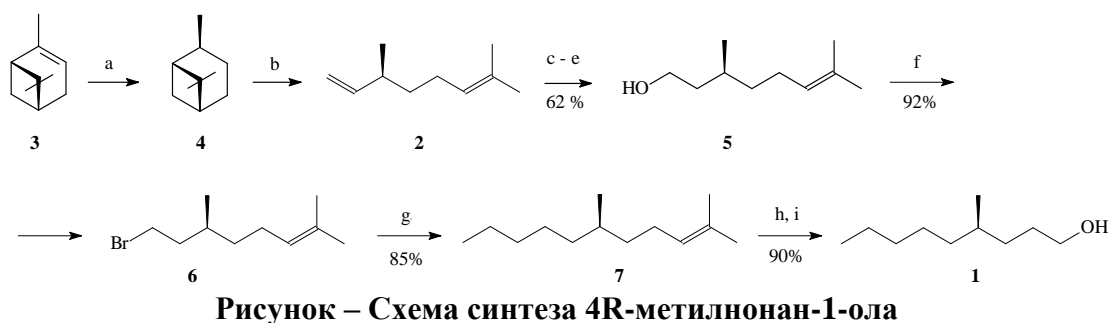
ФБГУН «Уфимский Институт химии Уфимского федерального исследовательского центра Российской
академии наук»
e-mail: insect@anrb.ru

В процессе хранения зерно и зернопродукты подвергаются заражению многими видами насекомых-вредителей, которые снижают их массу и ухудшают качество: мировые потери по этой причине составляют в среднем 20 %. Среди вредителей выделяют большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor*), причем вред наносят жуки и личинки.

Как показывает более чем 70-летний опыт, наиболее эффективной стратегией химической борьбы с вредными насекомыми является применение экологически безопасных препаратов на основе феромонов насекомых, целью которой выступает не полное уничтожение насекомых-вредителей, а управление их численностью без затрагивания всех других организмов в биоценозе. Поэтому разработка способа синтеза полового феромона большого мучного хрущака и создание его препаративной формы для борьбы с этим вредителем являются актуальными.

Из результатов предварительных испытаний [1–3] ясно, что для практических целей нет необходимости синтезировать оптически чистый 4*R*-метилнонан-1-ол (**1**), а достаточно применять энантиобогащенную этим изомером смесь. Причем для того, чтобы применение даже её было экономически целесообразно, необходимо использовать доступные и дешевые исходные хиральные соединения с известной абсолютной конфигурацией асимметрических центров и простые препаративно удобные схемы синтеза. Таким субстратом является (*S*)-(+)-3,7-диметил-1,6-октадиен ((*S*)-(+)-дигидромирцен) (**2**) – продукт химико-парфюмерной промышленности. Он образуется последовательными реакциями каталитического гидрирования α -пинена (**3**), доступного перегонкой скипидара, и термолита полученного *cis*-(+)-пинана (**4**). Диен (**2**) переведен в (*S*)-(+)-3,7-диметил-6-октен-1-ол (**5**) (*ee* 50%), для чего проведено региоселективное гидроалюминирование монозамещенной двойной связи диена (**2**) с помощью эквимолярного количества триизобутилалюминия с последующим окислением промежуточного алюминийорганического интермедиата. Полученный (*S*)-цитронеллол (**5**) обработкой трехбромистым фосфором в присутствии пиридина при –15 °С превращен в (*S*)-цитронеллилбромид (**6**), реакция катализированного кросс-сочетания которого с реагентом Гриньяра из *n*-пропилбромидом привела к диметилразветвленному олефину (**7**), озонолитическое расщепление двойной связи в котором и последующее восстановление пероксидных продуктов озонлиза боргидридом натрия завершили синтез целевого (**1**) с общим выходом 44% в расчете на (*S*)-(+)-дигидромирцен (**2**). Таким образом, разработан экономичный метод синтеза энантиомерно обогащенного (*ee* 50 %) полового феромона большого мучного хрущака *Tenebrio molitor* – 4*R*-метилнонан-1-ола (рисунок).

На основе синтезированного феромона приготовлены препаративные формы из медицинского шланга с внутренним диаметром 8 мм для феромонных клеевых ловушек с концентрациями 1 мг и 2 мг на диспенсер, которые предполагается испытать совместно с Башкирским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства УФИХ УФИЦ РАН на предприятиях пищевой промышленности Республики Башкортостан.



Примечание. a. H_2 , Ni; b. 510-550 °C; c. $i-Bu_3Al$, 100 °C; d. O_2 ; e. H_2SO_4 , H_2O ; f. PBr_3 , Py, -15 °C; g. $Me(CH_2)_2MgBr$, Li_2CuCl_4 , THF, -10 °C или $CuI-2,2'-PyPy$, 0 °C; h. O_3 , MeOH, 5 °C; i. $NaBH_4$, MeOH.

Литература

1. Tanaka Y., Honda H., Ohsawa K., Yamamoto I. Absolute configuration of 4-methyl-1-nonanol, the sex attractant of the yellow mealmoth, *Tenebrio molitor* // J. Pestic. Chem. 1989. Vol. 14. No. 2. P. 197–202.
2. Одинокоев В. Н., Серебряков Э. П. Синтез феромонов насекомых. Уфа: Гилем, 2001. 371 с.
3. Ишмуратов Г.Ю., Яковлева М.П., Ишмуратова Н.М., Толстиков А.Г., Толстиков Г.А. Монотерпеноиды в химии оптически активных феромонов насекомых. М.: Наука, 2012. 171 с.

UDC 577.19

Ishmuratov N. M., Yakovleva M. P., Vydrina V. A., Myasoedova Yu.V., Garifullina L. R.,
Ishmuratov G. Yu.

Creation of a pheromone preparation for the control of *Tenebrio molitor* – a pest of grain and grain products

Summary. An effective scheme for the synthesis of optically active sex pheromone of the yellow mealmoth has been developed and its preparative form has been created.

Keywords: sex pheromone of the yellow mealmoth *Tenebrio molitor*, synthesis, preparative forms.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-23

УДК 581.471; 634.2

Каширина Наталья Александровна

Морфометрическая характеристика плодов растений ценопопуляций *Cornus mas* L., произрастающих в разных зонах Крыма

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: natalia.kashirina.96@mail.ru

Крымский полуостров характеризуется широким разнообразием дикорастущей флоры, являющейся источником генетического материала для селекционных исследований. Особенно важной является задача сохранения и рационального использования растительных ресурсов, представляющих интерес для пищевой, парфюмерно-косметической, фармацевтической и других отраслей промышленности [1].

Кизил настоящий (*Cornus mas* L.) – многолетнее растение, широко распространенное в разных регионах Крымского полуострова, главным образом в горах и предгорной зоне. Это весьма перспективная, малоизученная в условиях Крыма культура, представленная различными формами дикоросов, многие из которых являются ценными донорами признаков высокого качества плодов, устойчивости к неблагоприятным внешним условиям. Плоды *C. mas* используют в фармацевтическом, пищевом, ликероводочном производствах. Растение входит в ассортимент для садово-паркового хозяйства [2–4].

Цель работы – анализ морфо-биологических и хозяйственно ценных признаков плодов растений ценопопуляций *C. mas* из разных зон Крымского полуострова и выделение наиболее перспективных форм для селекционных исследований.

Объектом исследования служили растения кизила настоящего из ценопопуляций разных районов Крымского полуострова: ценопопуляция I (окрестности с. Генеральское, городской округ Алушта), ценопопуляция II (окрестности пгт. Научный, Бахчисарайский район), ценопопуляция III (окрестности с. Красноселовка, Белогорский район), ценопопуляция IV (окрестности с. Тополевка, Белогорский район), ценопопуляция V (окрестности г. Старый Крым). В 2017–2018 гг. проведено их изучение по комплексу признаков. Выборка в пределах одной ценопопуляции составляла, в среднем, 20 растений. Сбор материала и последующий анализ проводили согласно стандартным методам исследований [5]. В данном материале изложены результаты изучения разных форм плода кизила.

Следует отметить, что на сроки наступления и продолжительность фаз цветения и плодоношения кизила оказывают существенное влияние количество осадков, высота над уровнем моря, экспозиция склона и сумма эффективных температур. Поскольку исследуемые ценопопуляции располагались в разных регионах Крымского полуострова (Предгорная и Горная зона, Южный берег), наступление фенологических фаз развития у них различалось по срокам, имеются различия по некоторым морфо-биологическим признакам.

В 2017 г., благодаря оптимальному для всех регионов температурному режиму и достаточному количеству осадков, фенологические фазы развития растений наступили своевременно, в соответствии со среднемноголетними данными. Высокое количество осадков, превышающее норму (96,6 и 114,6 % от нормы), в фазу активного плодоношения (июнь–июль) обеспечило полноценный рост и развитие плодов. В 2018 г. экстремально засушливые условия и высокие температуры способствовали раннему наступлению всех фенологических фаз растений и быстрому их прохождению. В результате показатели продуктивности значительно уступали таковым 2017 г.

Проведенное исследование показало широкое разнообразие изученных форм по основным морфологическим характеристикам плодов (масса плода, форма, размер, доля эндокарпия по отношению к мякоти плода) и возможность выделения перспективных для дальнейших селекционных исследований.

В процессе изучения выделены следующие основные формы плода:

Форма 1. Наиболее многочисленная группа плодов с овально-цилиндрической формой, встречающаяся в ценопопуляциях I, II, V, среднего срока созревания, с окраской от ярко-красной до темно-красной. В среднем, за два года исследований, длина плода варьировала от $15,9 \pm 0,3$ (ценопопуляция I) до $17,3 \pm 0,3$ мм (ценопопуляция II); масса плода – от $1,58 \pm 0,04$ (ценопопуляция II) до $1,77 \pm 0,03$ г (ценопопуляция V). Средняя длина эндокарпия находилась в диапазоне от $10,9 \pm 0,3$ (ценопопуляция I) до $13,1 \pm 0,3$ мм (ценопопуляция V) при средней массе – от $0,159 \pm 0,004$ (ценопопуляция II) до $0,266 \pm 0,005$ г (ценопопуляция V). Доля эндокарпия по отношению к мякоти плода была относительно низкой – в пределах от 11 до 15 %.

Форма 2а. С плодами округло-овальной формы, встречающаяся в ценопопуляции IV, среднего срока созревания, со светло-красной окраской и средней длиной плода $16,1 \pm 0,2$ мм при средней массе $1,07 \pm 0,03$ г. Средняя длина эндокарпия составила $12,9 \pm 0,2$ мм при средней массе $0,206 \pm 0,005$ г и доле в общей мякоти плода 19 %.

Форма 2б. С плодами овально-грушевидной формы, встречающаяся в ценопопуляции IV, позднего срока созревания, с ярко-красной окраской, со средней длиной плода $15,5 \pm 0,3$ мм и средней массой $0,70 \pm 0,02$ г. Средняя длина эндокарпия – $12,8 \pm 0,3$ мм при средней массе $0,178 \pm 0,005$ г и доле в общей мякоти плода – 24 %.

Форма 3. С плодами гороховидной формы, встречающаяся в ценопопуляции III, среднего срока созревания, с красной окраской. Средняя длина плода составила $12,0 \pm 0,3$ мм при общей массе за два года исследований – $0,49 \pm 0,02$ г, средняя длина эндокарпия – $7,9 \pm 0,2$ мм при средней его массе – $0,150 \pm 0,004$ г. Доля эндокарпия оказалась достаточно высокой и составила 27% от общей мякоти плода.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что наиболее перспективными по основным характеристикам плода являются форма 1 *C. mas* ценопопуляций I, II и V и форма 2a из ценопопуляции IV, которые возможно рекомендовать как для непосредственного культивирования с целью использования в пищевой промышленности, так и в качестве исходного материала для дальнейшей селекции.

Литература

1. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова. Ялта: Н.Орианда, 2014. 232 с.
2. Клименко С. В. Кизил на Украине. Киев: Наукова думка, 1990. 176 с.
3. Клименко С. В. Кизил. Сорты в Украине. Полтава: Верстка, 2007. С. 44.
4. Тигиева И. Ф. Кизил в условиях естественного произрастания и культуре в Республике Северная Осетия-Алания. Дисс. ... канд. с.-х. Нальчик: ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия», 2005. 152 с.
5. Марковская Е. Ф. Математические методы определения некоторых биометрических показателей у растений: учебник. Петрозаводск: Институт биологии, 1988. 35 с.

UDC 581.471; 634.2

Kashirina N. A.

Morphometric characteristics of fruits of cenopopulation of *Cornus mas* L. distributed in different zones of the Crimea

Summary. The article provides the reader with some data on the results of two-year studies of basic characteristics of fruits of *Cornus mas* L. cenopopulation distributed in different regions of the Crimean Peninsula. The most promising forms that are of interest for breeding and food purposes have been identified.

Keywords: *Cornus mas* L., Crimean Peninsula, cenopopulation.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-24

УДК 632.4.01

Кащиц Юлия Петровна

Подбор оптимальных сред для культивирования возбудителя серой гнили земляники садовой *Botrytis cinerea* Pers.

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
e-mail: kashitz2012@yandex.ru

Возбудитель серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. вызывает самую распространенную гниль ягод земляники садовой во всем мире. При благоприятных условиях, в основном во время цветения, гриб может уничтожить от 40–50 % до 80 % урожая. Как утверждают исследователи, болезнь в значительной мере может поражать цветки, плодоножки и завязи [1, 2]. Для разработки эффективных мер борьбы с возбудителем серой гнили на начальном этапе необходимо проводить тесты лабораторной культуры на чувствительность к фунгицидам, что требует получения чистых культур с хорошей споруляцией. В литературных источниках указано, что при культивировании *B. cinerea* в лабораторных условиях *in vitro* используют сусло-агар (СА), картофельно-сахарозный агар (КСА), картофельно-глюкозный агар (КГА), овсяный агар (ОА), среда Чапека (СЧ) [1, 3]. В связи с этим цель исследования – определить наиболее оптимальные для культивирования изолятов гриба *B. cinerea*, выделенных из ягод земляники садовой насаждений Краснодарского края, питательные среды. Задача исследований: изучить морфолого-культуральные особенности возбудителя серой гнили местной популяции на различных питательных средах.

Исследования проводили в 2018–2019 гг. в ФГБНУ СКФНЦСВВ в лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов. Объектом исследования являлся гриб *B. cinerea*. Образцы ягод, зараженные возбудителем серой гнили, были отобраны в насаждениях земляники садовой Центральной зоны Краснодарского края. Выделение гриба *B. cinerea* из пораженных тканей, посев в чистую культуру и проведение биометрических измерений осуществлялось по

общепринятым методикам [4–6]. Изучение морфолого-культуральных особенностей гриба на различных питательных средах велось при 23–25 °С на голодном агаре (ГА), картофельном агаре (КА), картофельно-морковном агаре (КМА), КСА, агаре Чапека (АЧ). Посев культуры грибов был произведен на питательные среды в 5-кратной повторности. Учет диаметра колоний проводился на 1-е, 2-е, 3-и, 5-е, 7-е, 10-е, 15-е, 20-е, 25-е, 30-е сутки после посева.

Образование мицелия наблюдали через сутки после посева на всех питательных субстратах. Образование склероций отмечали только на картофельном и картофельно-сахарозном субстратах. Начало конидиогенеза было установлено на КА на 5-е сутки, на ГА и КСА – на 7-е сутки, на КМА и АЧ – на 10-е сутки.

По интенсивности роста колоний данного возбудителя субстраты можно разделить на три группы. Первая группа – со слабой, по сравнению с другими средами, силой роста колоний: на 3-и сутки в пределах 3,16–3,50 см – КМА. Вторая группа – со средним ростом колоний: на 3-и сутки 4,0–5,0 см, это АЧ и ГА. Третья группа – с наибольшим ростом мицелия: на 3-и сутки 7,0–8,6 см – КА и КСА.

В ходе исследований отмечено, что местная популяция гриба *B. cinerea* в чистой культуре образует густой от белого до мышино-серого цвета мицелий с оливковым оттенком, состоящий из длинных, темных, жестких, разветвленных конидиеносцев и яйцевидных, эллиптических, серого или оливкового окраса конидий, что не отличается от литературных данных. Отмечено, что цвет колоний гриба, фактура и окрас основного мицелия варьировали в зависимости от питательной среды.

Колония гриба *B. cinerea* на ГА имеет бледно-серый окрас. Центр колонии овальный, плотный, бежево-белый. Край колонии узкий, мицелий субаэральный, серый. Основной мицелий ватообразный, рыхлый, высокий. Образование конидий отмечено на 7-е сутки с края колонии. Начало созревания спор зафиксировано на 15-е сутки, полное созревание – на 23-и сутки; склероции не образуются.

На КА колонии гриба белого окраса. Центр колонии бугристый, звездообразной формы, от которой отходят лучи мицелия. Основной мицелий воздушный, рыхлый, субаэральный, редкий. Образование конидий отмечено на 5-е сутки с центра до середины колонии, на 9-е сутки – с края колонии. Начало созревания конидий зафиксировано на 7-е сутки, полное созревание конидий – на 18-е сутки. На 4-е сутки отмечено образование серовато-зеленых склероций бугорчатой формы, расположенных в два радиальных круга.

На КМА гриб имел мицелий бело-серого окраса, воздушный, субаэральный неоднородный, редкий, паутинистый. Зональный край колонии волнистый, полупрозрачный, широкий – 21 мм, мицелий высокий – 8 мм. Образование конидий отмечено на 10-е сутки с края колонии, начало их созревания – на 15-е сутки, полное созревание – на 22-е сутки.

На КСА основной мицелий колонии мышино-серого цвета, воздушный, ватообразный, рыхлый, распростертый по всей чашке. Начало конидиогенеза отмечено на 7-е сутки с края колонии. На 10-е сутки наблюдали образование конидий в центре и начало их созревания с края колонии; полное созревание отмечено на 20-е сутки. На 4-е сутки по краю колонии образовались склероции, расположенные в один ряд. Склероции бугристой формы, плотные, у основания белые, к вершине серые.

На АЧ колонии образуют воздушный, неоднородный, паутинистый мицелий, расположенный концентрическими кругами белого, затем бледно-серого окраса. Краевой мицелий субаэральный, рыхлый, с края колонии высокий – 3 мм. Образование конидии отмечено на 10-е сутки, начало их созревания – на 18-е сутки.

Установлено варьирование культуральных признаков Краснодарской популяции *B. cinerea* на различных питательных средах. Сравнительный анализ показал, что наибольшая скорость роста мицелия и образования конидиального

споронии *B. cinerea* была отмечена на картофельном и картофельно-сахарозном агаре. Таким образом, для культивирования Краснодарской популяции гриба наиболее оптимальными являются картофельный и картофельно-сахарозный агары.

Литература

1. Метлицкий О. З., Ундрцова И. А., Холод Н. А. Методические указания по борьбе с гнилями ягод земляники. М.: ВСТИСП, 2003. 73 с.
2. Зейналов А. С. Атлас-справочник основных вредителей и болезней ягодных культур и мер борьбы с ними: монография. М.: ООО «Агролига», 2016. 240 с.
3. Головченко Л. А. Морфолого-культуральные свойства изолятов *Botrytis cinerea* Pers., возбудителя серой гнили розы / Материалы Международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня образования ЦБС НАН Белоруссии. Т. 2. Минск: НАН Беларуси, ЦБС, 2007. С. 203–205.
4. Меркулова Л. С. Защита земляники от вредителей и болезней в Подмоскowie // Защита и карантин растений. 2007. № 4. С. 47.
5. Благовещенская Е. Ю. Микробиологические исследования: Основы лабораторной техники. Учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2017. 96 с.
6. Литвинов М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л.: Наука, 1969. 124 с.

UDC 632.4.01

Kashchits Yu. P.

Selection of optimal nutrient media for cultivation *Botrytis cinerea* Pers – the causal agent of grey mould on garden strawberry

Summary. The aim of the research was to select the most optimal nutrient media for the cultivation of isolates of *B. cinerea* fungus isolated from the berries of garden strawberries in the plantations of the Krasnodar Territory. The most optimal nutrient media were identified. The morphological and cultural characteristics of the pathogen on five different nutrient media were described and analyzed.

Keywords: garden strawberry, *Botrytis cinerea* Pers., nutrient media, morphological and cultural characteristics, colonies, conidia, mycelium.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-25

УДК 631.452:631.5:631.11

Кильдюшкин Василий Михайлович, Солдатенко Александр Григорьевич,
Животовская Елена Георгиевна

Плодородие почвы и продуктивность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»
e-mail: k.agrotehнология@yandex.ru

Озимая пшеница – основная культура в земледелии Краснодарского края. Для получения стабильных высоких урожаев с хорошим качеством зерна требуется постоянная забота о повышении плодородия почвы и внедрении высокоэффективных технологий.

Цель исследования – изучить влияние различных технологий в зернопропашном севообороте на плодородие чернозема выщелоченного и урожайность полевых культур.

Исследования проводили в длительном полевом опыте в НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, заложенном в 2008 г. на черноземе выщелоченном малогумусном сверхмощном. Методы исследований общепринятые: общий гумус определяли по И.В.Тюрину (ГОСТ 26213-91), минеральный азот (нитратный + аммиачный) на автоматическом анализаторе «Skalar» (ГОСТ 26488-85 и ГОСТ 26489-85), подвижного фосфора и обменного калия по Мачигину (ГОСТ 26205-91). Плотность почвы определялась по И.А. Качинскому (весовым методом), агрегатный состав (сухой расев) по Н. И. Саввинову, влажность почвы (в %) – термостатно-весовым методом.

Расчет суммарного водопотребления и коэффициентов водопотребления проводили по Б.А. Доспехову. Учет урожайности осуществляли методом прямого комбайнирования (Сампо-500). Статистическую обработку данных проводили по методу Доспехова [1].

Содержание гумуса и минерального азота в слое 0–30 см низкое – 3,26 % и 6,3–10,2 мг/кг соответственно. Обеспеченность почвы подвижным фосфором и обменным калием высокая – 54–62 и 372–394 мг/кг. Севооборот шестипольный зернопропашной с чередованием культур: озимая пшеница – соя – озимая пшеница – подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно. Схема опыта включает три уровня питания: без удобрений, средняя и повышенная доза NPK на фоне мелиоранта (дефекат) и без него. Повторность опыта трехкратная. Изучали три технологии: традиционную (вспашку на глубину 20–22 см под пропашные культуры) и поверхностную (вспашку на глубину 8–10 см под озимую пшеницу), минимальную мульчирующую с разуплотнением (чизелевание на глубину 35–38 см под пропашные культуры) и поверхностную (вспашку на глубину 8–10 см под озимую пшеницу), минимальную мульчирующую (вспашку на глубину 8–10 см под все культуры).

Длительное (2009–2019 гг.) возделывание полевых культур в шестипольном зернопропашном севообороте без удобрений с систематической заделкой в почву пожнивных остатков, сидератов на фоне мелиоранта способствовало сохранению содержания гумуса в пахотном слое на исходном уровне – 3,26–3,27 %. Внесение минеральных удобрений в среднем по севообороту $N_{66}P_{28}K_{19}$ существенно повысило его в опыте с традиционной технологией (до 3,43 %), для минимальной мульчирующей с разуплотнением – до 3,45 и без разуплотнения – до 3,47 %. Влагозапасы под озимой пшеницей по предшественнику кукуруза на зерно в начале весенней вегетации в 0–100 см слое в 2017–2019 гг. были хорошие в опыте по традиционной технологии – 137 мм, а наименьшие удовлетворительные – на минимальной мульчирующей – 116 мм. Для опыта по традиционной технологии влагу использовали эффективнее с меньшим коэффициентом водопотребления – 470 м³/т, а с наибольшим – на минимальной мульчирующей технологии 488 м³/т, разуплотняющая технология занимала среднее положение. Более благоприятная плотность сложения почвы была на традиционной и минимальной мульчирующей с разуплотнением технологиях в слое 0–20 см – 1,33 и 1,32 г/см³; в слое 20–40 см – 1,35 и 1,34 г/см³. При минимальной мульчирующей технологии эти показатели были выше – 1,36 и 1,43 г/см³, но при этом агрономически ценных агрегатов здесь было несколько больше – 73 и 75 %, чем в опыте по традиционной и разуплотняющей технологиям – 66–67 и 67–70 %. Учет урожайности пшеницы показал, что способы основной обработки почвы в технологиях слабо повлияли на сбор зерна, который был низким и составлял от 35,5 ц/га при минимальной технологии, до 37,3 и 36,7 ц/га при традиционной и разуплотняющей технологиях. Мелиорант способствовал приросту урожайности от 1,8 до 2,0 ц/га. Применение полного минерального удобрения от средней дозы $N_{102}P_{15}K_9$ до повышенной – $N_{136}P_{18}K_{15}$ способствовало значительному росту урожайности пшеницы, особенно на фоне мелиоранта от 69,6 ц/га при минимальной мульчирующей технологии до 71,1 и 71,7 ц/га при разуплотняющей и традиционной технологиях.

Установлено, что содержание гумуса в слое 0–30 см в неудобренной почве с заделкой пожнивных остатков, сидератов на фоне мелиоранта в изучаемых технологиях в зернопропашном севообороте сохранилось на исходном уровне – 3,26 %, а при внесении полного удобрения существенно возросло – до 3,43–3,47 %.

Запасы продуктивной влаги в 0–100 см слое почвы под озимой пшеницей в начале весенней вегетации большими были при традиционной технологии с более экономичным ее использованием, а наименьшими – при минимальной мульчирующей. Меньшая

плотность сложения почвы под озимой пшеницей в слоях 0–20 и 20–40 см была при традиционной и разуплотняющей технологиях. Способы основной обработки почвы в технологиях слабо повлияли на урожайность пшеницы, а внесение полного удобрения от средней до повышенной дозы $N_{136}P_{18}K_{15}$ на фоне мелиоранта значительно увеличило сбор зерна – с 35,5 до 71,7 ц/га.

UDC 631.452:631.5:631.11

Kildyushkin V. M., Soldatenko A. G., Zhivotovskaya E. G.

Soil fertility and productivity of winter wheat depending on the cultivation technology

Summary. The influence of various technologies on soil fertility and field crop yields was studied. It was found that the content of humus in the 0–30 cm layer when applying fertilizers, crop residues, or green manure together with ameliorant increased by traditional technology to 3.43 and by minimal to 3.45–3.47 %. Significant reserves of moisture in the 0–100 cm layer of soil under winter wheat were on the traditional and decompression technologies, 137 and 125 mm, respectively. Soil density in the layers 0–20 and 20–40 cm was less by the traditional and decompression technologies, respectively, 1.32 and 1.34 g/cm³. The use of $N_{136}P_{18}K_{15}$ provided an increase in grain yield to 34.4 c/ha.

Keywords: soil, fertility, moisture, fertilizer, density, technology, productivity.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-26

УДК 633.15:631.5

Кирячек Сергей Андреевич, Толорая Тристан Рафаэльевич, Марченко Марина Валерьевна

Урожайность кукурузы разных групп спелости в зависимости от сроков посева и густоты растений в северной зоне Краснодарского края

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»

e-mail: Kiryachek_95@mail.ru

Глобальное потепление климата, раннее прогревание посевного слоя почвы в Краснодарском крае, а также создание раннеспелых высокопродуктивных гибридов кукурузы привело к необходимости пересмотра сроков посева и установление оптимальной густоты стояния растений этих новых гибридов.

В связи с этим, целью исследований стало изучение оптимальных сроков посева новых гибридов кукурузы разных групп спелости с определением дифференцированной густоты стояния растений в зависимости от биологических особенностей гибридов.

К задачам исследований относится: выявление оптимальных сроков посева, густоты стояния растений, установление морфологических признаков и продуктивности гибридов в зависимости от их скороспелости.

Экспериментальные данные получены в опытах, заложенных в 2018 и 2019 гг. на черноземе обыкновенном в северной зоне Краснодарского края (Павловский район, крестьянско-фермерское хозяйство «Кирячек А. А.»). Предшественником кукурузы была озимая пшеница. Статистическая обработка урожайных данных проводилась по Б.А. Доспехову [1].

Осенью под основную обработку вносили удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ разбрасывателем МВУ. Вспашку проводили пятикорпусным плугом на глубину 25–27 см. Весной до внесения гербицида «Дуал Голд» (КЭ) проводили выравнивание зяби на глубину 12–14 см, предпосевную культивацию проводили в день посева кукурузы на каждом сроке посева.

Сеяли кукурузу с максимальной густотой и в дальнейшем формировали изучаемую густоту ручной прорывкой в фазе 3–4 листьев. Сроки посева имели пять градаций: 1, 10, 20, 30 апреля и 10 мая. Каждый срок посева расщеплялся на четыре густоты: 50, 60, 70 и 80 тысяч растений на гектаре. Учеты и наблюдения проводили в

соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой [2].

Погодные условия в годы проведения были следующими: 2018 вегетационный год был засушливым; а 2019 с достаточным количеством выпавших осадков, но неудовлетворительным их распределением. ГТК в эти годы составил 0,5 и 1,3 соответственно.

Морфологические признаки, такие как высота растений и площадь листовой поверхности определяли по А. А. Ничипоровичу [3]. В засушливом 2018 г. они были значительно ниже, чем в 2019 г., что и привело к формированию урожая зерна ниже уровня более благоприятного года на всех сроках посева. Так, в 2019 г. у раннеспелого гибрида Краснодарский 194 МВ урожайность зерна при максимальной густоте стояния растений в посевах первого, десятого и двадцатого апреля составили 8,12–8,67 т/га. Снижение урожайности на 0,74–1,29 т/га отмечено при более поздних сроках посева.

У среднераннего гибрида кукурузы Краснодарский 292 АМВ при максимальной густоте стояния растений 80 тыс./га в сроках посева с первого апреля через десятидневный интервал по 30 апреля урожайность была на одном уровне – 10,27–10,76 т/га и снижалась она только в посевах десятого мая.

Среднеспелый модифицированный гибрид кукурузы Краснодарский 377 АМВ обеспечивал максимальную зерновую продуктивность при густоте растений 50–60 тыс./га преимущественно в ранних сроках посева – с первого по двадцатое апреля с уровнем урожайности 8,02–8,63 т/га. Неполную реализацию потенциала среднеспелого гибрида можно объяснить дефицитом влаги в почве, восполнение атмосферных осадков в период налива зерна повысило урожайность зерна в позднем сроке посева.

В заключение надо отметить, что изучаемые гибриды кукурузы при ранних сроках посева имели более продолжительный период вегетации и меньшую сумму эффективных температур, чем поздние сроки посева. При этом раннеспелый и среднеранний гибриды обеспечили в среднем за два года урожайность зерна в ранних сроках посева и густоте стояния растений 80 тыс./га, соответственно 6,15 и 7,58 т/га, а позднеспелый при густоте растений 50 тыс./га имел максимальную зерновую продуктивность 6,48 т/га на позднем сроке посева.

Литература

1. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М.: Колос, 1972. 206 с.
2. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой // Отв. за выпуск И. Д. Ткалич. Днепропетровск: Городская типография № 3, 1980. 54 с.
3. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев // Сборник «Тимирязевское чтение». М.: Изд-во АН СССР, 1956. 48 с.

UDC 633.15: 631.5

Kiryachek S.A., Toloraya T.R., Marchenko M.V.

Yields of maize of different maturity groups depending on the planting dates and plant density in the northern zone of the Krasnodar Territory

Summary. Research tasks include identifying the optimal planting dates, plant density, establishing morphological characteristics and yield of maize hybrids of different maturity groups. Studies were conducted in the northern zone of the Krasnodar Territory. On average for two years, the yields of early ripening and mid-early hybrids were 6.15 and 7.58 t/ha, respectively (early planting dates, plant density - 80 thousand per hectare). However, the maximum grain productivity (6.48 t/ha) showed late-ripening maize hybrid when planting lately at density of 50 thousand per hectare.

Keywords: corn, grain, plant density, planting dates, early maturity, plant height, leaf area, photosynthetic potential, net sowing productivity.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-27

УДК 635.925:581.144.4:581.13

Клемешова Кристина Валерьевна, Бударин Александр Александрович

Ассимиляционный аппарат садовых роз в условиях влажных субтропиков России
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»
e-mail: klemeshova_kv@mail.ru

В декоративном садоводстве культивируются преимущественно садовые формы сложного гибридогенного вида *Rosa × hybrida* Hort. В формировании садовых роз приняли участие несколько десятков видов, многие из которых сами возникли в культуре тысячелетия тому назад. Новые сорта роз создают на базе уже имеющихся сложных гибридов, и происхождение многих из них практически невозможно отследить. Всё это создает определенные трудности для классификации гибридных, или садовых роз. Современная классификация роз подразделяет их на 36 садовых групп по происхождению и морфологическим особенностям. Такая классификация не очень удобна при необходимости выбора сорта для определенного направления использования в декоративном садоводстве конкретного региона.

Цель исследований – разработать методику комплексной оценки декоративности садово-парковых роз для условий влажных субтропиков на основе изучения биологических особенностей культуры в данном регионе.

Объекты исследований – 20 сортов роз (*Rosa × hybrida* Hort.), относящиеся к различным садовым группам (Modern Shrub, Hybrid Tea, Miniature, Floribunda, Large-Flowered Climber, Polyantha, Groundcover). Биометрические параметры определяли в соответствии с программой «Измерение геометрических параметров листьев» по общепринятым методикам [2]. Пигменты экстрагировали 100 % ацетоном из зрелых листьев растений, собранных с верхней части генеративного побега, (навеска 170 мг) методом Шлыка [4]. Содержание фотосинтетических пигментов определяли по спектрам поглощения, снятым на спектрофотометре ПЭ-5400ви (Россия). Количество пигментов в экстрактах рассчитывали по формулам, предложенным Циглером и Эгле [4, 5]. Данные статистически обработаны по Б. А. Доспехову [1]. Каждый сорт представлен 4–8 растениями в открытом грунте, условия выращивания для всех сортов одинаковы, площадь питания составляет 1 м². В таблицах представлены средние значения и стандартное отклонение.

Исследования проводили в 2015–2019 гг. в условиях открытого грунта отдела агротехники и питомниководства Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур (ВНИИЦиСК), с. Раздольное. Район исследований характеризуется влажным субтропическим климатом с теплой зимой, жарким влажным летом, затяжной прохладной весной и теплой сухой осенью. Среднегодовая температура воздуха +13,9 °С, среднемноголетнее количество осадков 1354 мм, среднегодовая влажность воздуха 74 % [3].

Представители рода роза имеют сложные непарноперистые листья, чаще с 3–7 эллиптическими или яйцевидными, остропильчатыми листочками и с двумя листоподобными прилистниками, частично приросшими к основанию черешка. Как правило, наиболее крупным является верхушечный листочек, а боковые имеют меньшие размеры. Размеры листочков варьируют в значительной степени в пределах сорта, коэффициент вариации площади верхушечного листочка до 66,1 %, бокового – 65,3 % (таблица 1).

Среди морфологических показателей листа более точными характеристиками сорта являются расчетные количественные признаки, например, индекс округлости, который имеет меньшее варьирование по сравнению с исходными параметрами листа (длиной и шириной).

Таблица 1 – Статистические параметры морфологических показателей листа различных сортов роз

Показатель	АВ в.л., см	СД в.л., см	СД/АВ в.л.	S в.л., см ²	АВ б.л., см	СД б.л., см	СД/АВ б.л.	S б.л., см ²	ТГЧ, мм
X	4,72	2,70	0,55	10,14	3,71	2,27	0,60	6,91	1,06
Sx	1,64	1,14	0,10	6,70	1,30	0,94	0,10	4,51	0,29
V, %	34,8	42,1	18,2	66,1	35,1	41,4	17,0	65,3	27,4

Примечание. АВ – длина листовой пластинки; СД – максимальная ширина листовой пластинки; СД/АВ – индекс округлости; в.л. – верхний листочек; б.л. – боковой листочек; ТГЧ – толщина главного черешка в средней части.

Одним из показателей ответных реакции растений на действие различных стрессовых факторов внешней среды, степени их адаптации к новым условиям является содержание фотосинтетических пигментов, характеризующих фотосинтетическую активность и физиологическое состояние растения в целом. Средние значения по всем сортам представлены в таблице 2.

Максимальные значения коэффициента вариации – 28,5 %, следовательно, совокупность однородная, средние значения действительно характеризуют эту совокупность. Среди качественных показателей листа более точными характеристиками сорта являются содержания хлорофилла а и суммы каротиноидов, а также расчётный признак – соотношение суммы зелёных и жёлтых пигментов.

Таблица 2 – Статистические параметры пигментного аппарата листьев различных сортов роз

Показатель	Chl a, мг/г	Chl b, мг/г	∑ хлор., мг/г	∑ карот., мг/г	Chla/Chlb	∑хлор./ ∑карот.	XI, г хлорофилла/м ²
X	1,559	0,645	2,204	0,904	2,551	2,431	0,97
Sx	0,20	0,18	0,36	0,12	0,54	0,16	0,16
V, %	12,9	28,5	16,4	12,9	21,4	6,7	16,2

Примечание. Chla – хлорофилл а; Chlb – хлорофилл b; ∑хлор. – сумма хлорофиллов (a+b); ∑карот. – сумма каротиноидов; XI – хлорофилловый индекс.

Аналогичные расчёты проведены по показателю содержания сухих веществ. В среднем по сортам данный параметр в листьях садовых роз составляет 43,4±4,1 %, с незначительной вариацией по сортам – 9,4 %. Однако, толщина листовой пластинки имеет средние показатели коэффициента вариации – 17,0 %, при средних значениях – 0,25±0,04 мм.

Таким образом, для разработки более совершенной классификации в условиях влажных субтропиков России необходимо тщательное изучение комплекса количественных и качественных признаков ассимиляционного аппарата садовых роз и выделение среди них наиболее важных, являющихся апробационными для сортов. Так, среди количественных признаков для разработки классификации возможно использовать индекс округлости (верхушечного и бокового листочков, коэффициент вариации 18,2 и 17,0 % соответственно) и толщину листовой пластинки (V = 17,0 %), из качественных признаков – соотношение суммы хлорофиллов к сумме каротиноидов (V = 6,7 %) и содержание сухих веществ (9,4 %).

Литература

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
3. Мосияш А. С., Лугавцов А. М. Агроклиматическая характеристика Большого Сочи. Ростов-на-Дону: Гидрометеоздат, 1967. 247 с.
4. Шлык А. А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зелёных листьев // Биохимические методы физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–170.
5. Krause G. H., Wies E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basis // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 1991. Vol. 42. P.313–349.

UDC 635.925:581.144.4:581.13

Klemeshova K. V., Budarin A. A.

Assimilation apparatus of garden roses in Russian wet subtropics

Summary. The aim of the research is to develop a methodology for a comprehensive assessment of the decorativeness of landscape gardening roses for Russian wet subtropics. This research is based on the study of the biological characteristics of culture in this region. The thorough study of the complex of quantitative and qualitative characteristics of the garden rose's assimilation apparatus is needed to develop a better classification under conditions of Russian wet subtropics. Then the allocation of the most important ones is necessary. The roundness index is the more accurate characteristic of the variety among the morphological parameters of the leaf. It has a smaller variation in comparison with the initial parameters of the leaf. The contents of chlorophyll a and the sum of carotenoids are more accurate characteristics of the variety among the qualitative indicators of the leaf. The calculated sign is the ratio of the sum of green and yellow pigments.

Keywords: *Rosa × hybrida* Hort., cultivar, assimilation apparatus, biometric parameters, pigment complex.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-28

УДК 635.21:631.531:632.35

Конопацкая Марина Владимировна

Влияние исходной зараженности семенного материала картофеля паршой обыкновенной на степень развития серебристой парши на клубнях при хранении

РУП «Институт защиты растений»

e-mail: bmarinaw@yandex.ru

Данные литературы свидетельствуют о том, что в естественных условиях наблюдается более слабое поражение клубней паршой серебристой (возбудитель – гриб *Sponylocladium atrovirens* Harz.), покрытых язвами парши обыкновенной (возбудители – *Streptomyces* spp.) и наоборот. Считается, что это связано с проявлением антагонизма между возбудителями указанных болезней [1, 2].

Однако явление конкуренции и антагонизма между возбудителями клубневой инфекции в Беларуси изучено недостаточно. В этой связи целью данных исследований явилось определение возможного влияния парши обыкновенной на развитие серебристой парши на клубнях в период хранения картофеля.

Исследования проводили в 2012–2017 гг. в РУП «Институт защиты растений» в лаборатории защиты овощных культур и картофеля. Исходной информацией для определения возможных статистических связей между паршой обыкновенной и паршой серебристой на клубнях служили результаты оценки по пораженности заболеваниями клубней картофеля различных сортов.

Учет степени поражения клубней картофеля паршой обыкновенной и паршой серебристой проводили во время уборки и спустя 2, 4 и 6 месяцев после закладки на хранение [3]. По результатам клубневого анализа определяли корреляционные связи между степенью покрытия клубней картофеля язвами парши обыкновенной и распространением парши серебристой [4].

Проведенный анализ зависимости проявления серебристой парши от исходной зараженности клубней картофеля паршой обыкновенной показал, что между степенью их поражения *S. atrovirens* и *Streptomyces* spp. существует определенная корреляционная зависимость. Статистическая обработка материалов многолетних наблюдений позволила установить, что интенсивность развития заболевания в естественных условиях наиболее тесно связана с покрытием клубней картофеля язвами парши обыкновенной в первые четыре месяца хранения. Так коэффициент корреляции составил -0,63 перед закладкой клубней на хранение, -0,60 – через 2

месяца и -0,54 через 4 месяца хранения, в то время как через 6 месяцев коэффициент корреляции равняется -0,15 (таблица). Следует отметить также, что на протяжении всего периода хранения связь между патогенами носила отрицательный характер. То есть, с увеличением степени поражения клубней язвами парши обыкновенной развитие серебристой парши на клубнях картофеля при хранении снижалось.

Таблица – Зависимость развития парши серебристой на клубнях картофеля в период хранения от исходной степени поражения клубней паршой обыкновенной

Продолжительность хранения картофеля	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии
перед закладкой на хранение	-0,63	$Y = -0,77X + 63,1$
2 месяца	-0,60	$Y = -0,66X + 77,1$
4 месяца	-0,54	$Y = -0,39X + 73,4$
6 месяцев	-0,15	$Y = -0,18X + 51,0$

Примечание. Y – развитие парши серебристой, %, X – развитие парши обыкновенной.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что между возбудителями данных заболеваний существует умеренная обратная корреляционная зависимость, которая может свидетельствовать о наличии антагонизма между ними. Следовательно, данные полученные нами при проведении исследований, согласуются с результатами других ученых.

Литература

1. Зезюлина Г. А. Особенности патогенеза серебристой парши картофеля в условиях Беларуси и пути снижения ее вредоносности. Дисс. ... канд. биол. наук. п. Прилуки: Белорусский НИИ защиты растений, 2001. 21 с.
2. Иванюк В. Г., Банадысев С. А., Журомский Г. К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Минск: Белпринт, 2005. 696 с.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве // Под ред. Буга С. Ф. Несвиж: РУП «Ин-т защиты растений», 2007. 511 с.
4. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: «Вышэйш. Школа», 1967. 328 с.

UDC 635.21:631.531:632.35

Konopatskaya M. V.

The effect of potato seed material initial infection by common scab on the degree of silver scab development on tubers during storage

Summary. It is determined that over a long storage period there is a moderate inverse correlation (correlation coefficient amount to -0,63) between tubers infection by silver scab and their coating by common scab ulcers. The revealed pattern may indicate the antagonistic nature of the relationship between the disease agents.

Keywords: potato, silver scab, common scab, antagonism.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-29

УДК 633.8:631.559

Коротких Ирина Николаевна

Продуктивность *Hypericum perforatum* L. в условиях культуры в Московской области
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
e-mail: slavnic241270@yandex.ru

Hypericum perforatum L. (Hypericaceae) – многолетнее травянистое растение высотой 30–100 см, побеги прямостоячие ветвистые густооблиственные, листья супротивные, цельнокрайние, сидячие, с просвечивающимися светлыми и черными железками. Цветки золотисто-желтые многочисленные, собраны в широкометельчатое или щитковидное соцветие, плоды продолговато-яйцевидные коробочки, семена мелкие, продолговатые, коричневые, мелкоячеистые. Зверобой продырявленный – евроазиатский вид, широко распространен в европейской части

России (кроме Крайнего Севера), на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири. Распространен в лесной и лесостепной зонах, поднимается в горы до 2300 м над уровнем моря [1]. Зверобой введен в культуру, но создание производственных плантаций сопряжено со значительными трудностями (отсутствие посевного материала, особенности роста и развития всходов). Качество сырья травы зверобоя (*Herba hyperici*) регламентировано фармакопейной статьей ФС.2.5.0015.15 [2]. Качество посевного материала – ГОСТ 34221-2017 [3].

Цель исследования – оценка питомников по продуктивности сырья и семян в условиях культуры в Московской области и прогнозирование урожайности сырья и семян зверобоя продырявленного сорта Солнечный [4]. Климат Московской области умеренно-континентальный, с достаточным увлажнением ($ГТУ = 1,4$), почвы опытного поля дерново-подзолистые средне-суглинистые. В ВИЛАР зверобой продырявленный возделывают как пропашную культуру с междурядьями шириной 0,6 м [5]. Питомник зверобоя сорта Солнечный площадью 100 м² заложен ранневесенним посевом семян в грунт поверхностно с мульчированием и прикатыванием, предшественник – чистый пар, глубина пахотного горизонта – 22 см. Уход заключался в трех-четырёхкратной периодической междурядной обработке на переходящих питомниках, дополнительно – ручная прополка в рядах на питомниках первого года. Ежегодно – однократная ранневесенняя подкормка комплексными минеральными удобрениями (30 кг/га). В ходе исследования в 2017–2019 гг. ежегодно оценивали продуктивность 45 учетных растений 2–4-го года жизни, однородность стеблестоя по проективному покрытию (визуально на 10 учетных площадках по 1 м кв.) и урожайность сырья и семян (учетные площадки (10 м²) в четырехкратной повторности) с пересчетом на гектар [6]. Также фиксировали биоморфологические показатели, отражающие возрастную динамику роста и развития надземной части. Надземную часть на сырье срезали серпом в фазе массового цветения, надземную часть на семена срезали серпом в фазе технической спелости и в обоих случаях сушили естественной сушкой в помещении (18–21 сутки при температуре 22–24 °С и влажности воздуха до 65 %). Семенной ворох обмолачивали, осыпь семян просеивали последовательно на ситах с отверстием 3 и 1 мм, затем провеивали на пневматическом классификаторе семян (КСП). Результаты оценки продуктивности сырья и семян зверобоя продырявленного (культивируемый сорт Солнечный) и биоморфологические показатели, отражающие возрастную динамику роста и развития надземной части растений 2–4 года вегетации представлены данными таблицы и диаграммы (рисунок).

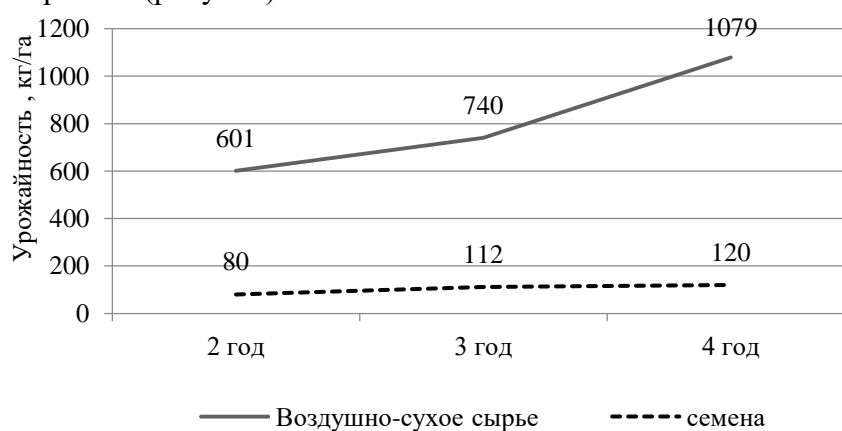


Рисунок – Возрастная динамика урожайности сырья травы и семян зверобоя продырявленного 2-4 года вегетации в условиях Московской области, в пересчете кг/га

Таблица – Биоморфологические особенности и продуктивность растений зверобоя продырявленного 2-4 года вегетации, Московская обл., 2017–2019 гг.

Признак	Год вегетации		
	2	3	4
Высота растений, см	44,1±2,8	51,7±1,89	57,4±1,37
Число генеративных побегов, шт./растение	8,7±0,74	9,0±0,57	11,6±1,4
Длина соцветия, см	15,7±0,7	21,6±1,4	26,1±3,1
Число коробочек, шт./побег	371±13,9	561±53,3	582±50,5
Свежая масса сырья травы, г/растение	179±4,7	199±3,9	322±14,1
Сбор семян, г/растение	9,1±0,51	14,9±1,55	16,1±1,70

В результате оценки продуктивности питомников зверобоя продырявленного (сорт Солнечный из биокolleкции ВИЛАР) установлено, что на второй год вегетации прогнозируемая урожайность воздушно-сухой массы сырья травы зверобоя в Московской области с учетом неоднородности стеблестоя составляет 601 кг/га и к четвертому году возрастает до 1079 кг/га, урожайность семян незначительно изменяется и составляет 80–120 кг/га.

Литература

1. Атлас лекарственных растений России // Под ред. Быкова В. А. М., 2006. 345 с.
2. Трава зверобоя ФС.2.5.0015.15-*Herba hyperici* // Фармакопей РФ. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://pharmасoreia.ru/en/fs-2-5-0015-15-zveroboaya-trava/> (дата обращения 20.01.2020).
3. ГОСТ 34221-2017 «Семена лекарственных и ароматических культур. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия». М.: Стандартинформ, 2017. 23 с.
4. Патент на селекционное достижение № 5051 от 15.01.2010. Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) сорт Солнечный / Зимина Л. Б., Кирцова М. В., Конон Н. Т., Малыгина Л. М.
5. Семенихин И. Д., Семенихин В. И. Энциклопедия лекарственных растений, возделываемых в России. Т.1. М.: ОАО «Щербинская типография», 2013. 240 с.
6. Никитин А. В. Щербаков В. В. Страхование сельскохозяйственных культур с государственной поддержкой: научное издание. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2006. 190 с.

UDC 633.8:631.559

Korotkikh I. N.

Productivity of *Hypericum perforatum* L. in culture conditions in the Moscow Region

Summary. The aim of this study was to evaluate the productivity of *Hypericum perforatum* L. raw materials and seeds in culture conditions in the Moscow Region, as well as to predict the yield of the aforementioned indicators. Saint John's wort variety 'Solnechny' served as the object of the research. As a result, we found that at the second year of vegetation, the predicted yield of the air-dried mass in the Moscow Region, taking into account the heterogeneity of the stalk, was 601 kg/ha; by the fourth year, it increased to 1079 kg/ha. The seed yield varied slightly and amounted to 80–120 kg/ha.

Keywords: *Hypericum perforatum* L., variety, seeds, raw materials, productivity.

DOI 10.33952/2542-0720-20205-9-10-30

УДК 633.854.78

Костенкова Евгения Владимировна¹, Бушнев Александр Сергеевич²

Повышение эффективности технологии возделывания подсолнечника с целью увеличения урожайности и сбора масла

¹ ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

² ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»
e-mail: evgenya.kostenkova@yandex.ru

Мировое производство масличных культур стабильно возрастает, что обусловлено многими факторами [1]. В частности, высокий спрос в развитых странах происходит по экономическим соображениям за счет переориентации потребления животных жиров на растительные. Рост потребностей мирового рынка в масличных

культурах, в свою очередь, ведет к увеличению посевных площадей, производства и экспорта растительных масел (в т.ч. и подсолнечного) из Российской Федерации. Возделывание иностранных гибридов подсолнечника, которые недостаточно адаптированы к отечественным почвенно-климатическим условиям и реализуют свой потенциал, как правило, только в условиях техногенной интенсификации, не гарантирует повышение урожайности в основных регионах страны [2]. Продуктивность подсолнечника зависит от качества семенного материала, плодородия почвы, предшественника, погодных условий и уровня агротехники [3–6], изучение элементов которой стало целью наших исследований.

В 2018–2019 гг. в ФГБУН «НИИСХ Крыма» в двухфакторном полевом опыте в трех повторениях изучали влияние на урожайность и содержание масла в семенах подсолнечника сроков посева и густоты стояния растений. Объекты исследований – гибрид Факел и кондитерский сорт Белочка. Густота стояния для гибрида: 30, 40, 50, 60, 70, для сорта: 20, 25, 30, 35, 40 тыс. раст. /га. Срок посева: I, II и III декады апреля. Общая площадь делянки – 28 м², учетная – 14 м². Метеоусловия в 2018 г. характеризовались дефицитом осадков в начале вегетации, что привело к формированию низкой урожайности семян, а в 2019 г. благоприятствовали росту и развитию растений подсолнечника, оказав положительное влияние на продуктивность культуры. ГТК в 2018 г. составил 0,7, в 2019 г. – 0,8, что по Селянинову приравнивается к засушливым условиям. Статистическую обработку полученных результатов выполняли методом двухфакторного дисперсионного анализа [7; 8].

За годы исследований установлено, что наибольшая урожайность семян гибрида Факел отмечена при посеве в I и III декаде апреля и густоте стояния растений 40 тыс. шт./га (таблица 1). Масличность семян при посеве в I декаде апреля была максимальной и с загущением значительно не изменялась.

Таблица 1 - Продуктивность гибрида подсолнечника Факел, 2018–2019 гг.

Густота стояния растений, тыс. шт. /га		Срок посева					
		I декада апреля		II декада апреля		III декада апреля	
		урожайность, т/га	масличность, %	урожайность, т/га	масличность, %	урожайность, т/га	масличность, %
30		1,15	45,5	1,15	42,6	1,29	42,8
40		1,49	44,5	1,32	42,7	1,71	42,8
50		1,38	44,4	1,22	42,9	1,57	42,8
60		1,22	45,0	1,17	42,9	1,46	43,5
70		1,17	45,1	1,16	42,8	1,32	42,7
		урожайность, т/га			масличность, %		
НСР ₀₅	вариантов	0,48			1,94		
	фактора А	0,22			0,87		
	фактора В	0,28			1,12		

У сорта кондитерского подсолнечника Белочка высокая урожайность и масличность семян формировались при густоте стояния растений 30 тыс. шт./га и посеве в I и II декаде апреля (таблица 2). Содержание масла в семенах уменьшалось при позднем сроке посева и с загущением несколько увеличивалось.

Результаты исследований свидетельствуют о высоком адаптивном потенциале гибридов и сортов подсолнечника отечественной селекции в аридной зоне Крыма, где в контрастные по погодным условиям годы технология возделывания, учитывающая оптимальный срок посева и густоту стояния растений, позволяет получать урожайность гибридов до 1,71 т/га, кондитерских сортов – до 1,92 т/га с масличностью семян до 45,5 %.

Таблица 2 – Продуктивность сорта кондитерского подсолнечника Белочка, 2018-2019 гг.

Густота стояния растений, тыс. шт. /га	Срок посева					
	I декада апреля		II декада апреля		III декада апреля	
	урожайность, т/га	масличность, %	урожайность, т/га	масличность, %	урожайность, т/га	масличность, %
20	1,71	43,0	1,55	43,1	1,48	40,0
25	1,74	44,7	1,69	43,6	1,62	41,7
30	1,92	45,4	1,82	44,4	1,85	41,5
35	1,82	44,8	1,77	43,3	1,67	42,7
40	1,64	44,6	1,69	43,5	1,40	43,0
		урожайность, т/га			масличность, %	
НСР ₀₅	вариантов	0,25			2,98	
	фактора А	0,11			1,33	
	фактора В	0,15			1,72	

Литература

1. Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Кривошлыков К.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. Вып. 4 (164). С. 81–102.
2. Лукомец В.М., Бочковой А.Д., Хатнянский В.И., Кривошлыков К.М. Результаты и перспективы внедрения иностранных гибридов подсолнечника в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. Вып. 3 (163). С. 3–8.
3. Muñoz-Romero V., Lopez-Bellido R.J., Fernandez-Garcia P., Redondo R., Murillo S., Lopez-Bellido L. Effects of tillage, crop rotation and N application rate on labile and recalcitrant soil carbon in a Mediterranean Vertisol // Soil and Tillage Research. 2017. No. 169. P. 118–123.
4. Nasiyev B., Zhanatalapov N., Bushnev A. The influence of seeding time on growth development and productivity of sunflower in the dry steppe area // Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences. 2018. No. 20 (4). P. 1163–1169.
5. Kostenkova E.V., Bushnev A.S., Vasilko V.P. The study of *Helianthus annuus* L. of domestic breeding in arid Crimea // IOP Conference. Series "Earth and Environmental Science". 2019. No. 341 (1). Art. No. 012011.
6. Бушнев А.С. Роль сортовых агротехник в реализации продуктивности масличных культур с учетом изменяющихся погодно-климатических условий // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2011. Вып. 2 (148-149). С. 61–67.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М: Агропромиздат, 1985. 207 с.
8. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами // Под ред. В.М. Лукомца. Краснодар, 2010. 327 с.

UDC 633.854.78

Kostenkova E. V., Bushnev A. S.

Improvement the technology of sunflower cultivation to increase the yield and oil collection

Summary. The research results indicate the high adaptive potential of hybrids and varieties of sunflower of domestic breeding in the arid zone of the Crimea. The optimized cultivation technology under contrasting weather conditions, taking into account optimal sowing period and plant density, allows you to obtain yield up to 1.71 t/ha for hybrids; up to 1.92 t/ha for confectionery varieties with an oil content of seeds up to 45.5 %.

Keywords: *Helianthus annuus*, sowing period, plant density, yield, oil content.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-31

УДК 633/635:81/.85

Кулинич Роман Алексеевич

Качество масла *Crambe abyssinica* Hochst., выращенной в Крыму

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: roman_kulinich@mail.ru

Crambe abyssinica – растение семейства Капустные, которое в последнее десятилетие привлекает внимание исследовательских центров мира в связи с низкими требованиями к условиям внешней среды по сравнению с другими масличными

культурами и широкой возможности использования масла [1, 2]. Поскольку основным его компонентом является эруковая кислота (52–60%), крамбовое масло в первую очередь применяют в oleохимической промышленности для производства бегеновой и пеларгоновой кислот, специальных агентов, обеспечивающих скольжение и позволяющих изготавливать термостойкие пластиковые пленки, в том числе биоразлагающиеся, электрической изоляции, ингибиторов коррозии, синтетического каучука, нейлона, клеев, получения исходных материалов для синтеза сложных полиэфиров или эмульгаторов, таких как брасиловая кислота и бехениловый спирт (докозанол) и других. Кроме того, масло используют в пищевой промышленности, медицине и фармакопии, а также в косметике. Наличие эруковой и эйкозеновой кислот позволяет использовать крамбе для производства биодизеля.

В литературных источниках указано, что содержание масла в семенах может сильно варьировать в зависимости от зоны возделывания и при благоприятных условиях достигать 47% и более. Для Крыма *Crambe abyssinica* является новой культурой, поэтому целью наших исследований было оценить качество получаемого масла из крамбе, культивируемой в Крыму.

Сорт, используемый в опыте – Полет, который с 2012 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений и рекомендован по всем зонам возделывания культуры.

Экспериментальную работу по изучению масла крамбе выполняли в течении 2016 г. Климат района опытного участка – степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. Весна, в большинстве случаев сухая, с частыми холодными ветрами, иногда очень сильными. Однако условия 2016 г. были довольно благоприятны для яровых культур: только в мае выпало 146,6 мм осадков при среднемноголетнем значении 38,0 мм.

Жирно-кислотный состав масла определяли методом газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000» с автоматическим дозатором ДАЖ-2М на капиллярной колонке SolGelWax 30 м×0,25мм×0,5мкм в токе газа носителя – гелия, со скоростью 22 см/с, с программированием температуры в пределах 178–230 °С. Получение метиловых эфиров и их хроматографирование выполняли в соответствии с нормативными методами (ГОСТ 31665–2012 Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот).

Содержание сырого протеина в маслосеменах крамбе сорта Полет составило 28,0%, клетчатки – 18,7 %, золы – 6,0%, БЭВ – 13,5%. В условиях 2016 г. содержание жира в семенах крамбе абиссинской сорта Полет при посеве в ранние сроки (2 декада марта) составило 33,63%, в третьей декаде марта – 33,83%, в первой декаде апреля – 29,73%. Содержание эруковой кислоты в зависимости от срока сева в масле варьирует в пределах от 56,47 до 60,05%, линолевой – от 7,90 до 8,12%, линоленовой – от 4,67 до 5,33, олеиновой – от 15,75 до 17,32, эйкозеновой – от 3,02 до 4,85%, бегеновой – от 2,03 до 2,15 %.

Таким образом, в благоприятном по влагообеспечению 2016 г. в Крыму масличность крамбе была невысокой и не превышала 33%. Масло *Crambe abyssinica* имеет уникальную молекулярную структуру из-за невысокого содержания в нем ненасыщенных жирных кислот линолевой и линоленовой, обладающих чрезвычайной стойкостью к окислению. Высокое содержание эруковой (до 60,05%) и эйкозеновой кислот (до 4,85%) ставит крамбе в ряд энергетических культур для использования в качестве возобновляемых источников энергии.

Литература

1. Прахова Т.Я. Крамбе абиссинская (*Crambe abyssinica* Hochst.). Пенза: РИО ПГАУ, 2017. 132 с.
2. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Ефименко С.Г. Возделывание крамбе абиссинской (*Crambe abyssinica* Hochst.) в условиях степного Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2019. №2 (18). С. 103–110. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ по проекту 16-34-00508 «мол_а»

UDC 633/635:81/.85

Kulinich R. A.

Quality of *Crambe abyssinica* Hochst. oil cultivated in the Crimea

Summary. The research was aimed at assessing oil quality obtained from *Crambe abyssinica* Hochst. cultivated in the Crimea. In our studies, we used variety 'Polet'. It has been included in the State Register of Breeding Achievements since 2012 and is recommended for all areas of this crop production. The content of crude protein in the seeds of *Crambe abyssinica* was 28.0%; fiber – 18.7%, ash – 6.0%, nitrogen-free extractive substances – 3.5%. In 2016, the fat content in seeds (earlier planting dates such as the second decade of March) amounted to 33.63%; the third decade of March – 33.83%; the first decade of April – 29.73%. The content of erucic acid, depending on the planting date, in the *Crambe abyssinica* Hochst. oil varied from 56.47 to 60.05%; linoleic – from 7.90 to 8.12%; linolenic – from 4.67 to 5.33; oleic – from 15.75 to 17.32; eicosene – from 3.02 to 4.85%; behenic – from 2.03 to 2.15%.

Keywords: *Crambe abyssinica*, crude protein, fat, erucic, linoleic, linolenic acids, seeds.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 16-34-00508 «мол_а»)

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-34

УДК 631.8:633.15

Мнатсаканян Арсен Аркадьевич, Чуварлеева Галина Владимировна, Волкова Алина Сергеевна

«Нанокремний» и продуктивность кукурузы на зерно в условиях центральной зоны Краснодарского края

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»
e-mail: newagrotech2015@mail.ru

Кукуруза является одной из важнейших культур в мировом земледелии. Она используется на кормовые, технические и производственные цели. С каждым годом селекционеры создают новые высокопродуктивные гибриды кукурузы, устойчивые к различным видам патогенов и стрессов. Но даже они не всегда могут полностью реализовать свой потенциал без должного ухода, как механического, состоящего из агротехнических приемов, так и химического – различного вида пестицидов и удобрений [1].

Роль кремния в минеральном питании растений часто недооценивают. А ведь содержание кремния в растениях варьирует от 0,2 до 20 % от сухой их массы [2]. Поступая в растения, он образует двойной кутикулярный слой и используется для формирования прочных тканей и скелета растительного организма. Вследствие этого он влияет на механическую прочность тканей, что способствует выпрямлению листьев, поэтому листья не затеняют друг друга, минимизируя конкуренцию за свет и тем самым повышая продуктивность фотосинтеза, а, следовательно, и саму урожайность [3].

Для кукурузы этот элемент играет важную роль, что установлено проведенными исследованиями. Препараты с содержанием кремния уже давно используют за рубежом, и они с каждым годом набирают популярность на российском рынке. Одним из таких является «Нанокремний» (массовая доля активных элементов: кремния – 50 %, железа – 6 %, меди – 1 %, цинка – 0,5 %) – минеральное удобрение, содержащее в своем составе чистый кремний в виде наночастиц, которые легко проникают через клеточную мембрану растений.

Цель исследований – изучить эффект от применения различных доз минерального удобрения «Нанокремний» с входящими в его состав микроэлементами на биометрические показатели и урожайность кукурузы на зерно в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Исследования проводили в агротехнологическом отделе ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», расположенного в центральной зоне Краснодарского края. Почва

опытного участка – чернозём выщелоченный малогумусный сверхмощный. Данные представлены в среднем за два года. Погодные условия 2017 и 2018 гг. в целом сложились благоприятно для роста и развития возделываемой культуры. Размещение делянок систематическое, площадь – 48 м². Высевали гибрид Краснодарский 291 АМВ (селекции НИЦЗ им. П.П. Лукьяненко).

Схема опыта:

1. Контроль – обработка водой; 2. Обработка семян препаратом «Нанокремний» дозой 40 г/га; 3. Обработка семян препаратом «Нанокремний» дозой 40 г/га + обработка по всходам 50 г/га + обработка в фазу 7–8 листьев 50 г/га; 4. Обработка семян препаратом «Нанокремний» дозой 40 г/га + обработка по всходам 75 г/га + обработка в фазу 7–8 листьев 75 г/га; 5. Обработка семян препаратом «Нанокремний» дозой 40 г/га + обработка по всходам 100 г/га + обработка в фазу 7–8 листьев 100 г/га; 6.. Обработка семян препаратом «Нанокремний» дозой 40 г/га + обработка по всходам 125 г/га + обработка в фазу 7–8 листьев 125 г/га.

Учёты и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам. Статистическую обработку урожайных данных выполнили в программе Statistica, дисперсионный анализ – по методике, изложенной Б. А. Доспеховым [4].

Анализ данных показал, что применение минерального удобрения с микроэлементами «Нанокремний» оказало положительное влияние на биометрические показатели кукурузы, в частности на высоту растений, которую измеряли в фазе 7–8 листьев, в фазу вымётывания и молочной спелости. Варианты с применением препарата имели существенную разницу по сравнению с контролем: в фазе 7–8 листьев высота варьировала от 52,7 до 53,5 см в варианте с дозой препарата 40/100/100, в фазе вымётывания от 199,8 до 207,7 см в варианте 40/50/50 и в фазе молочной спелости – 201,3 – 212,4 см в варианте с дозой 40/50/50, что соответствует прибавке по сравнению с контролем по наибольшим показателям на 2,9 %, 17,8 %, 15,4 % соответственно.

Динамика накопления сырой массы кукурузы в фазы 7–8 листьев, вымётывания, молочно-восковой и восковой спелости в среднем в опытных вариантах была существенно выше контроля: на 9,6 г/растение, 109,0 г, 185,7 и 97,4 г/растение соответственно. Лучшими являлись варианты при первом измерении с дозой 40/125/125 – дали прибавку 12,5 г или 21,9 %, в фазе вымётывания 40/100/100 – 147,2 г или 23,7 %, молочно-восковой спелости – 40/100/100 – 257,5 г или 25,5 % и в фазе восковой спелости тоже вариант с дозой 40/100/100 – 132,3 г или 23,3 %.

Каждый вариант в опыте с применением препарата «Нанокремний» существенно превзошёл контроль по урожайности зерна. Так, при обработке только семенного материала на 4,6 ц/га или 9,2 %, 40/50/50 – на 6,7 ц/га или 13,4 %, 40/75/75 – 9,9 ц/га или 19,8 %, 40/100/100 – 9,8 ц/га или 19,6 % и 40/125/125 – 7,4 ц/га или 14,8 %, тогда как в контроле получено 50,0 ц/га (при НСР₀₅ = 1,7). Содержание крахмала в зерне показало, что существенную разницу имеют варианты с дозами препарата 40/50/50, обработкой только семенного материала – 40 г/га и 40/100/100 – 75,3 %.

В результате исследований показано, что проведение внекорневых обработок минеральным удобрением с микроэлементами «Нанокремний» приводит к увеличению высоты растений кукурузы в среднем на 17 см или 9,9 %, сырой массы на 100,4 г/растение или 17,5 %, а урожайности зерна – на 7,68 ц/га или 15,4 %. Применение в технологии возделывания кукурузы на зерно агрохимиката «Нанокремний» целесообразно в дозах 40/75/75 и 40/100/100 где получена высокая урожайность (59,9 и 59,8 ц/га соответственно) в сравнении с другими исследуемыми вариантами.

Литература

2. Матыченков В. В. Урожайность кукурузы и содержание хлорофилла в растениях при внесении в почву кремниевых удобрений // Агрохимия. 2013. № 5. С. 25–30.

3. Немцова Е. В. Влияние аморфного диоксида кремния и его золя на параметры роста некоторых зерновых культур // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований Брянского государственного университета. 2018. С. 41–44.

4. Варламова Л. Д., Бахарев А. В. Оценка эффективности кремнийсодержащих минералов при внесении под полевые культуры // Агротехнический вестник. 2017. № 2. С. 21–24.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

UDC 631.8:633.15

Mnatsakanyan A. A., Chuvarleeva G. V., Volkova A. S.

“Nanosilicon” and productivity of corn for grain under the conditions of the central zone of the Krasnodar region

Summary. This article describes the effect of various doses of mineral fertilizers with trace elements based on pure silicon – “Nanosilicon” on corn plants. It is important to point out that new and perfect varieties are created every year, although, without the use of fertilizers, they will not be able to give the maximum yield. The main nutrients are nitrogen, phosphorus and potassium, often forgetting silicon, even though it also plays an important role in growth and development, as well as in the crop yield; in this research, we studied corn in the central zone of the Krasnodar Territory. Fertilizer “Nanosilicon” increased the height of corn plants by an average of 17 cm or 9.9 %; wet weight by 100.4 g/plant or 17.5 %; yield, as one of the main indicators, by 7.68 kg/ha or 15.4 %.

Keywords: corn for grain, “Nanosilicon”, productivity, grain quality, dose.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-35

УДК 634.8:632.78:631.4

Мурзина Мария Игоревна

Плотность популяции гроздовой листовертки в условиях Нижнего Придонья

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я. И. Потапенко – филиал ФГБНУ «Федеральный ростовский аграрный научный центр»
e-mail: mari.murzina.84@mail.ru

Гроздевая листовертка является одним из самых опасных вредителей винограда. Способна повреждать не только бутоны, но и ягоды разной степени зрелости. За последнее десятилетие увеличилась вредоносность гроздовой листовертки в нашем регионе. Причиной предположительно стало повышение средней годовой температуры воздуха до 9,5–16,0 °С [1].

Использование феромонных ловушек – один из наиболее экономически выгодных и точных методов определения и оценки плотности популяции большинства вредных насекомых [3].

Для разработки эффективных способов борьбы против гроздовой листовертки на базе Новочеркасского отделения Опытного поля филиала ФГБНУ ФРАНЦ «ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко» группа отдела защиты растений проводит ежегодный мониторинг численности и плотности популяции вредителя с помощью феромонных ловушек. Борьбу с гроздовой листоверткой ведут с применением феромонных ловушек и инсектицидов. Наблюдения вели в течение вегетационного сезона на 24 сортах винограда столового и технического направления, культивируемых в укрывной и не укрывной штамбовой культуре. Изучение динамики лёта бабочек гроздовой листовертки, определение плотности популяции и оценку необходимости проведения защитных мероприятий осуществляли согласно методическим указаниям [2, 4, 5].

Снижение продуктивности виноградников происходит под воздействием жизнедеятельности гроздовой листовертки, а также климатических условий, вызывающих гибель или ослабление растений.

В среднем сумма отрицательных температур в период покоя (октябрь 2018 г. – март 2019 г.) составила 226,5 °С, что соответственно на 158,8 °С ниже полученных среднемноголетних значений. Самым холодным месяцем стал январь (–2,4 °С), что на 2,8 °С выше среднемноголетних значений этого месяца. Складывающиеся в этот

период метеорологические условия позволили лучше перезимовать виноградным растениям, а вместе с тем сохраниться вредоносным организмам.

В период вегетации (2019 г.) температура воздуха превысила среднесуточные значения: в апреле – на 0,3 °С, в мае – на 1,6 °С. Среднесуточная температура воздуха превысила порог в 10,0 °С (принимается за время начала лета) – 7 апреля, опережая среднесуточную дату – 12 апреля. Нами отмечены даты с максимально высокой температурой воздуха: 23 июня (31,7 °С) и 22 августа (30,3 °С). В целом в период вегетации температура воздуха превышала среднесуточные значения, и отличалась небольшим (171,3 мм) количеством осадков.

В виноградниках на базе Опытного поля «ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко» - филиала ФГБНУ ФРАНЦ гроздевая листовёртка развивалась в 2019 г. в трёх генерациях. Определено, что используемые феромонные ловушки надёжно сигнализируют о начале лета бабочек вредителя. Так, начало лета бабочек I генерации отмечено 6 мая; II генерации – 11 июня; III генерации – 22 июля.

Число отловленных самцов бабочек I генерации в ловушку составило в среднем (по сортам) 1 экз./сут. В среднем за ночь пикового лета – 2–3 экз./сут., что объясняется оптимальными для расселения и развития особей вредителя метеорологическими условиями: средняя температура воздуха в мае составила 18,7 °С, при относительной влажности воздуха – 67 % и количестве осадков 63 мм. Повреждений гусеницами соцветий не зафиксировано.

В среднем за ночь пикового лета зафиксировано бабочек II генерации (в среднем по сортам) 1–2 экз./сут. Лёт бабочек второго поколения вредителя происходил со второй декады июня при средней температуре воздуха 25,4 °С, средней влажности 60,8 % и количестве осадков 2,4 мм. Повреждений гроздей гусеницами не выявлено.

В ночь пикового лета III генерации вредителя в среднем в одну ловушку попадало особей 1 экз./сут. Лёт бабочек третьего поколения был менее интенсивным (низким), что объясняется высокими температурами (до 30 °С) и низкой влажностью (58,1 %) 2019 г. при количестве осадков 16,9 мм, складывающимися до второй декады августа. Впоследствии повреждений гроздей винограда в августе не обнаружено.

Расположенные вблизи лесополос и очагов сорной растительности (дорог), клетки виноградников были наиболее заражены вредителем, в среднем в ночь пикового лета попадало 2–3 экз./сут.

Таким образом, проведение мониторинга популяции гроздевой листовёртки с помощью феромонных ловушек позволило контролировать численность вредителя в период развития трёх его генераций и исключить химические обработки, так как плотность популяции гроздевой листовёртки не превышала пороговую.

Литература

1. Арестова Н. О., Рябчун И. О. Гроздевая листовёртка на виноградниках Дона – контроль численности и защитные мероприятия // Русский виноград. 2019. Т. 9. С. 65–71.
2. Методические рекомендации по применению синтетических половых феромонов гроздевой и двулетней листовёрток в интегрированной системе защиты виноградной лозы. М.: ВАСХНИЛ, 1986. С. 14.
3. Мурадян О. Л. Использование феромонных ловушек // Материалы международной дистанционной научно-практической конференции «Инновационные технологии и тенденции в развитии и формировании современного виноградарства и виноделия» посвященной 90-летию со дня образования ГНУ Анапская ЗОСВиВ СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии и 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, Лауреата государственной премии России Н. Н. Перова. Анапа, ГНУ Анапская СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии, 2013. С. 84–86.
4. Талаш А. И. Методика проведения испытаний средств защиты виноградников от гроздевой листовёртки (*Lobesia botrana* Den.) в полевых условиях. Краснодар: ГНУ СКАЗНИИСиВ, 2013. 8 с.

5. Якушина Н. А., Странишевская Е. П., Радионовская Я. Э., Цыбульняк Ю. А., Хижняк Ю. Е. Методические рекомендации по контролю за численностью гроздовой листовёртки на виноградных насаждениях юга Украины. НИВиВ «Магарач» Симферополь: Изд-во «ПолиПресс», 2007. 24 с.

UDC 634.8:632.78:631.4

Murzina M. I.

Population density of grape moth in the Lower Don region.

Summary. The article introduces a study in the field of monitoring the number and density of the population of grape moth using pheromone traps. In the course of this research, we found that the grape moth in 2019 developed in three generations. On the night peak flight, the largest pest population in the first generation was 2–3 insects/day; in the third generation – 1 insect/day. The population density of the grape moth in the conditions of the Novocherkassk branch of the Experimental field did not exceed the economic threshold and during the development of three generations was low. Hence, protective measures were not carried out.

Keywords: grape moth, pheromones, grape, meteorological conditions, protective measures.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-36

УДК 632.51:581.9(477.75)

Омельяненко Татьяна Зеликовна¹, Багрикова Наталия Александровна²,
Кулаков Виталий Геннадьевич³, Кулакова Юлиана Юрьевна³

Состояние изученности и перспективы исследований *Iva xanthifolia* Nutt. – адвентивного вида во флоре Крыма

¹Филиал ФГБУ «Всероссийский научный центр карантина растений» в Республике Крым;

²ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН»;

³ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР») e-mail: o.tanya-work@yandex.ru

Инвазии чужеродных видов организмов в настоящее время являются причиной глобальных преобразований естественных и полустественных экосистем. Некоторые из инвайдеров становятся вредителями в сельхозугодьях. Влияние агрессивных видов ведёт к значительным потерям биологического разнообразия как отдельных регионов, так и целых стран, нарушениям равновесия экологических процессов, и, как следствие, приводит к масштабным экономическим затратам на борьбу с ними.

В последние годы в Крыму происходит глобальное расширение транспортных магистралей (строительство Крымского моста, трассы «Таврида», нового аэропорта), значительные изменения в структуре севооборотов. Это, безусловно, способствует появлению и распространению потенциально опасных видов. Поэтому проблема изучения чужеродных растений на территории Крымского полуострова актуальна.

Цель работы – обобщить сведения о статусе и распространении *Iva xanthifolia* в разных регионах Европы и Азии, в том числе на территории Крымского полуострова, для определения перспективных направлений исследований вида с использованием современных методов и подходов.

Iva xanthifolia Nutt. (циклахена дурнишниковидная) – агрессивный инвазионный вид родом из североамериканских прерий [1]. Из-за его значительного воздействия на здоровье населения и землепользование, следует отслеживать будущее распространение вида и внедрять стратегии управления (например, повышение осведомленности, ранний контроль) [2]. Согласно многочисленным литературным источникам [2–6] и базам данных [7–9] циклахена распространилась за пределы своего первичного ареала и встречается в 24 странах Европы (в 10 –

натурализовалась), Азии (Армения, Китай, Япония) и Новой Зеландии. Первые находки в Европе были сделаны в Германии в 1858 г. вблизи ботанического сада в Потсдаме, с 1863 г. вид был отмечен на Украине после его интродукции в Киевском ботаническом саду. С начала XX в. вид начал широко распространяться по территории России и ныне отмечается в 46 областях Европейской части, на юге Западной Сибири, на Дальнем Востоке [4]. Включен в Черные книги и списки флор Средней России [4], Башкортостана [3], Сибири [5]. Среди главных путей проникновения вида в Европу отмечается занос его плодов с импортным зерном и семенами подсолнечника, а также кормами для птиц [2]. Вид способен стремительно расширять свой ареал с помощью антропо- и зоохории и с ирригационными водами [4; 2], сильно истощает почву, обладает аллелопатической активностью, способен угнетать как низкорослые культуры (бахчевые и овощные), так и высокорослые (кукуруза, подсолнечник, сорго), тем самым снижая их урожайность на 40–60 % и более [10], кроме того, растения этого вида не поедает скот [11]. В 1930-е годы *Iva xanthiifolia* входила в «Перечень карантинных объектов РФ до 1947 г.» [12], в дальнейшем была из него исключена как типичное сорное растение железнодорожных путей. Однако циклахена является карантинным организмом для других стран мира и регулируется их фитосанитарными требованиями (Китай, Республика Корея, Иордания) в случае поставок российской зерновой продукции. Это означает, что в Российской Федерации должен осуществляться государственный контроль по отсутствию плодов данного сорного растения в составе подкарантинных грузов, направляемых в эти страны. Учитывая, что циклахена широко распространена в южных регионах России и в Крыму, засоряет различные виды сельскохозяйственных культур, ее плоды могут попадать в продукцию при сборе урожая, это может оказать отрицательное влияние на расширение экспортного потенциала нашей страны. Для организации мероприятий по борьбе с этим сорным растением необходимо провести актуализацию данных по распространению этого вида для различных регионов страны, и в первую очередь на территории Крымского полуострова, который в последние годы испытывает серьезные социально-экономические преобразования.

На территории Крымского полуострова *Iva xanthiifolia* является заносным растением. Вид не указывал Е. В. Вульф во «Флоре Крыма» [13]. По результатам исследований 1965–1970 гг. циклахена отмечена во всех районах Крыма (в частности, вдоль железнодорожных путей или у станций (г. Джанкой, Керчь, п. Остряково, Гвардейское, Нижнегорский) как рудеральный сорняк, а также как редкий поздний яровой однолетник по окраинам полей, по сорным местам, вдоль обочин дорог [14]. По материалам собственных полевых исследований, обработки литературных источников, анализа гербарных образцов (YALT, SIMF), установлено, что в Крыму в настоящее время вид широко распространен вдоль насыпей шоссе и железных дорог, по населённым пунктам, встречается по сорным и техногенным местам [15], произрастает в огородах, в насаждениях плодовых, зерновых, пропашных культур [16], вдоль берегов водоёмов, где предпочитает плодородные и достаточно влажные почвы. По результатам многолетних исследований (2001–2015 гг.), мы установили, что, произрастая в составе синантропных сообществ классов *Stellarieteamediae*, *Artemisieteavulgaris*, растения циклахены образуют достаточно плотные монодоминантные заросли, тем самым могут вызывать значительные потери урожая и снижать качество кормов. После присоединения Крыма к России, прекращения подачи воды по Северо-Крымскому каналу, в связи с масштабным строительством крупных транспортных магистралей и других объектов в последние годы изменились и расширились пути проникновения вида на полуостров, а также занимаемые им территории.

В связи с вышесказанным, особую актуальность представляет изучение растительных сообществ с участием *Iva xanthiifolia* с позиций эколого-флористической

подхода Ж. Браун-Бланке, а также путей распространения, особенностей биологии и экологии вида на территории полуострова, в том числе в связи с изменениями структуры севооборотов, произошедшими за последние пять лет. Результаты исследований в дальнейшем могут быть использованы при разработке мер, направленных на предотвращение распространения вида, а также для оптимизации предупреждающих и защитных мероприятий, разработка которых крайне актуальна для чужеродных и, особенно, инвазионных видов растений на территории Республики Крым и города Севастополь.

Литература

1. Strother J. L. *Cyclachaena* // Flora of North America. 2006. Vol. 21. P. 27–28.
2. Follak S., Dullinger S., Kleinbauer I., Dietmar M., Essl F. Invasion dynamics of three allergenic invasive *Asteraceae* (*Ambrosia trifida*, *Artemisia annua*, *Iva xanthifolia*) in central and eastern Europe // *Preslia*. 2013. Vol. 85. P. 41–61.
3. Абрамова Л. М., Голованов Я. М. Инвазивные растения Республики Башкортостан: «Черный список», библиография // Известия Уфимского научного центра РАН. 2016. № 2. С. 54–62.
4. Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
5. Черная Книга флоры Сибири // Сост. Эбель А. Л., Куприянов А. Н., Стрельникова Т. О. и др. Новосибирск: Гео, 2016. 440 с.
6. Lambdon P. W., Pyšek P., Basnou C. [et al.] Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs // *Preslia*. 2008. Vol. 80. № 2. P. 101–149.
7. Cabi. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/120279#todistribution> (дата обращения: 21.02.2020).
8. Инвазионные виды на территории России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sevin.ru/Top100Worst/priortargets/plants/xanthifolia.html> (дата обращения: 21.02.2020)
9. EPPO Global Database. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gd.eppo.int/taxon/IVAXA>, (дата обращения: 20.02.2020).
10. Конопля Н.И., Курдюкова О.Н., Жердева Е.А. Циклахена дурнишниковидная – опасный сорняк // Защита и карантин растений. 2014. № 12. С. 13–14.
11. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н., Крутьков В.М., Хасанова Г.Р. Опыт контроля численности инвазивных видов амброзии трехраздельной и циклахены дурнишниковидной в Республике Башкортостан // *Агрехимия*. 2008. № 3. С. 47–51.
12. Терехина Т. А. Карантинные сорные растения Южной Сибири // XIV международная научно-практическая конференция «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии». Барнаул: АлтГУ, 2015. С. 41–46.
13. Вульф Е.В. Флора Крыма. Норичниковые – Сложноцветные. Т. 3. Вып. 3. Ялта: Всесоюзная ордена Ленина Академия сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, Государственный ордена трудового красного знамени Никитский Ботанический сад, 1969. 393 с.
14. Кожевникова С. К., Махаева Л. В. Определитель сорных растений Крыма. Ялта, 1978. 184 с.
15. Котов С. Ф., Вахрушева Л. П., Епихин Д. В. Почвы и растительный покров полигона твердых коммунальных отходов города Симферополя // *Экосистемы*. 2016. Вып. 8. С. 18–35.
16. Багрикова Н. А. Состав, таксономическая и географическая структура сорного компонента агрофитоценозов Крыма // Сборник научных трудов ГНБС. 2012. Т. 134. С. 260–299.

UDC 632.51:581.9(477.75)

Omelyanenko T. Z., Bagrikova N. A., Kulakov V. G., Kulakova Yu. Yu.

State of knowledge and research prospects of *Iva xanthifolia* Nutt. – alien species in the Crimean flora

Summary. The analysis of literature references on the history of dispersal of invasive plant *Iva xanthifolia* Nutt., as well as results of our own field observations in the Crimean Peninsula, are presented. *Iva xanthifolia* is invasive species in 10 European countries and in 46 regions of the Russian Federation. Study of herbarium specimens (YALT, SIMF) and our field studies have shown that the species is now widely distributed along embankments of highways and railways, along settlements and towns, in weedy and disturbed areas in the Republic of Crimea. The negative role of the species for the export of Russian grain in other countries is noted.

Keywords: *Iva xanthifolia*, alien species, invasion, Crimean Peninsula.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-37

УДК 632.78:632.92:632.08

Орлов Олег Валерьевич, Юрченко Евгения Георгиевна

Сравнительный анализ динамики численности гроздовой листовертки в условиях ампелоценозов Таманского полуострова

ФГБНУ «Северо-Кавказский Федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
e-mail: orlovov@mail.ru

Гроздевая листовертка (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.) – палеарктический вид, доминирующий фитофаг винограда, имеющий экономическое значение практически во всех агроэкологических зонах виноградарства Краснодарского края, в том числе в анапо-таманской. Повреждает генеративные органы винограда – соцветия, грозди; вредящие стадии – гусеницы всех возрастов. Исходя из результатов наших исследований, наибольший вред приносит созревающему винограду из-за развития гнилей на поврежденных ягодах. При высокой численности вредителя можно потерять до 75–80 % урожая [1].

Динамика численности популяций гроздовой листовертки в условиях ампелоценозов определяется факторами разного рода: в значительной степени климатом (абиотические факторы) и хозяйственной деятельностью человека (антропогенные факторы), а также существованием и активностью других живых организмов (внутривидовые и межвидовые отношения). Проведенный методом Уорда [2] статистический анализ погодных условий анапо-таманской зоны (основная зона виноградарства Краснодарского края) за период 1977–2016 гг. выявил повышение среднесуточной температуры в регионе на 4,5 °С, что выразилось в увеличении температур весеннего периода, появлении продолжительных теплых периодов осенью, увеличении продолжительности высокотемпературных периодов летом, часто на фоне пониженной влажности [3]. Так в 2018 г. влажность воздуха в августе снижалась до 26 % (категория опасного явления (ОЯ)). Климатические изменения в совокупности с интенсификацией производства влияют в целом на функционально-структурную организацию биосистем виноградных агроценозов и в частности на консорции, формирующиеся вокруг доминирующих вредных организмов. Все это вызывает необходимость выявления закономерностей формирования живых сообществ ампелоценозов, динамики популяций вредных объектов под влиянием усиления абиотических и антропогенных воздействий. Так изучение динамики численности популяций гроздовой листовертки позволит сделать более адекватный прогноз ее развития, а значит и повысить эффективность программ контроля, обеспечив получение качественного полноценного урожая винограда.

Цель исследований – провести сравнительный анализ многолетней динамики численности гроздовой листовертки в ампелоценозах Таманского полуострова и выявить изменения под влиянием трансформировавшихся условий среды.

Исследования проводили в промышленных насаждениях крупнейшего виноградарского холдинга Краснодарского края АО «Южная» (Темрюкский район, таманская подзона) в периоды 1991–1998 гг. и 2014–2019 гг. методом феромонного мониторинга, отслеживали численность бабочек всех поколений в сезоне. Общая площадь обследованных виноградников составляла от 1200 до 3500 га ежегодно. Данные многолетнего мониторинга анализировали с помощью общепринятых статистических методов в Excel [4].

Анализ полученных данных показал перераспределение численности лета имаго по поколениям, при этом наиболее высокая численность остается у первого поколения (генерации). Вылет бабочек первой генерации стал постоянным в середине апреля, что на 9–15 дней раньше, чем в период 1991–1998 гг. (рисунок). Устойчиво

фиксируются четыре генерации за сезон (по сравнению с предыдущим периодом – три генерации). За последние шесть лет отмечено практически постоянное ежегодное появление эстивации (aestivate) во второй и/или третьей генерациях вредителя.

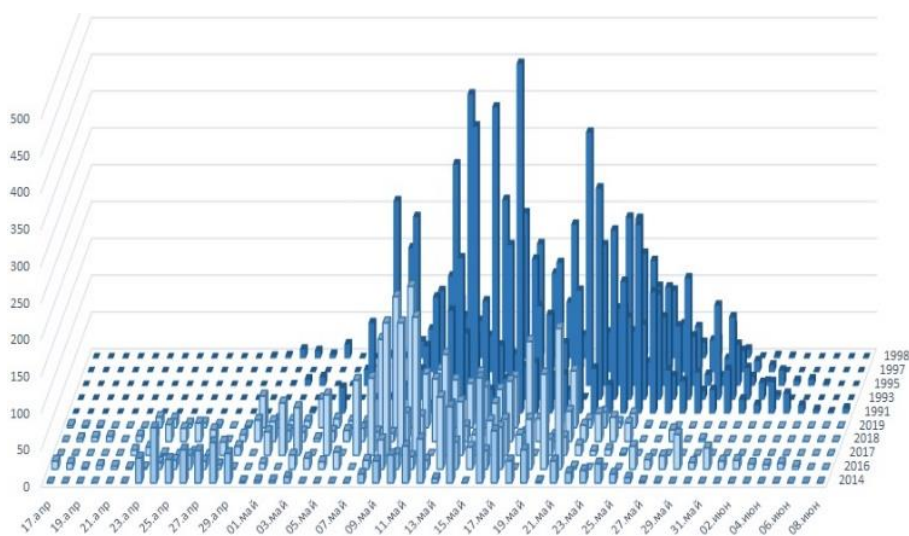


Рисунок 1 – Динамика лета гроздовой листовертки первого поколения

Проведенные исследования показали наличие существенных изменений в динамике численности гроздовой листовертки – основного вредителя винограда в промышленных насаждениях Таманского полуострова, произошедших под влиянием трансформирующихся условий среды. На основе полученных данных необходимо усовершенствовать тактику защитных мероприятий в целях повышения ее эффективности.

Литература

1. Полевой А. Н., Мурадян О. Л. Прогноз размножения вредоносных поколений гроздовой листовертки (*Lobesia botrana*) на виноградном растении // Вестник БГУ. 2014. Сер 2. № 1. С. 93–96.
2. Ward J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function // Journal of the American Statistical Association. 1963. No. 58. P. 236–244.
3. Юрченко Е. Г., Кузнецова А. П., Якуба Ю. Ф., Шестакова В. В., Грачева Н. П., Волчков Ю. А. Методологические подходы к конструированию многолетних агроценозов с высокой степенью саморегуляции на основе полигенной устойчивости растений к листофильным вредным организмам и биологизации систем защиты. Краснодар: СКЗНИИСиВ, Отчет о НИР № 11-04-96551 от 17.05.2012 (РФФИ).
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

UDC 632.78:632.92:632.08

Orlov O. V., Yurchenko E. G.

Comparative study of the dynamics European grapevine moth (*Lobesia botrana*) population in the Taman peninsula ampelocenosiss

Summary. Research shows the decrease in the population of European grapevine moth in the Taman peninsula ampelocenosiss by 2.8-3.6 times. The first generation is considered to be the largest. Currently, the first generation flight is observed 10-15 days earlier than in the 1990s. An increase from three to four generation counts is recorded. The emergence of aestivation in the seasonal dynamics of the pest population is noted.

Keywords: *Lobesia botrana*, European grapevine moth, EGVM, population dynamics, estivation, industrial vineyards.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-38

УДК 633.15:631.524.82:631.8

Палапин Иван Витальевич, Марченко Марина Валерьевна, Кирычек Сергей Андреевич, Толорая Тристан Рафаэлевич

Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от их скороспелости, уровня удобрения и густоты стояния растений в центральной зоне Краснодарского края

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»

e-mail: marchenko_ncz@mail.ru

В засушливые годы урожайность кукурузы в Краснодарском крае даже по колосовым предшественникам не превышает 26–40 ц/га, а в хорошо увлажненные годы она достигает 50–55 ц/га и более. В неблагоприятные годы снижается и эффективность минеральных удобрений [1–3].

В настоящее время в связи со значительным изменением севооборота, ухудшением обеспечения сельскохозяйственных полей минеральными удобрениями вопрос оптимизации питательного режима кукурузы становится неопределенным и требует дополнительного изучения.

Поэтому, цель наших исследований состоит в изучении осенней дозы внесения НРК под зяблевую вспашку в сочетании с весенней подкормкой вегетирующих растений. На осенних фонах $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ высевали гибриды кукурузы трех групп спелости в четырех градациях: 40, 50, 60 и 70 тыс./га. Подкормки проводили аммиачной селитрой в дозе 30 кг/га, контроль – вариант без подкормки. Время подкормки – фаза 5–6 листьев у кукурузы. Высевали раннеспелый гибрид Краснодарский 194 МВ, среднеранний Краснодарский 292 АМВ и среднеспелый Краснодарский 377 АМВ. Сеяли кукурузу в 2018 и 2019 гг. 24 и 19 апреля соответственно, с нормой высева 75 тыс. всхожих зерен на гектаре, а в фазе 3–4 листьев формировали необходимую густоту. Схема четырехфакторного опыта – $3 \times 3 \times 4 \times 2$. Площадь делянки последнего фактора – 20 м², уборочная площадь – 10 м². Сеяли кукурузу сеялкой «Мопост-8», дорожки нарезали вручную. Урожайные данные обрабатывали методом Б. А. Доспехова [4] с использованием компьютерной программы STATGRAPHICS Plus.

Опыт проводили в опытно-производственном хозяйстве «Колос» НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Почва участка – чернозем выщелоченный сверхмощный, слабогумусный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 2,8–3,5 %. Содержание азота в пахотном слое в 2018–2019 гг. было от 1,6 до 3,8 мг/100 г почвы, фосфора – от 4,0 до 4,3 мг/100 г почвы, калия – от 32,3 до 37,4 мг/100 г почвы.

В годы исследований за вегетационный период кукурузы по данным метеопоста Краснодарского НЦЗ осадки распределялись следующим образом: в 2018 и 2019 гг. их количество было 144 и 329 мм соответственно. При этом они выпадали в 2018 г. в апреле и в мае 112,2 мм, а в критический период – в третьей декаде июня и в первой декаде июля – всего 1,2 мм. В 2019 г. осадки весной и в третьей декаде июня составили 217 мм и во второй декаде июля – 37,9 мм, которые компенсировали отсутствие дождей в первой декаде июля и растения смогли устоять против дальнейших экстремальных высоких температур без значительных потерь. Таким образом, гидротермический коэффициент 0,5 в 2018 и 1,3 в 2019 гг. по Селянинову отражали погодные условия в годы проведения исследований.

Результаты исследований показали, что в 2018 г. растения гибридов кукурузы всех групп спелости формировали высоту растений ниже, чем в 2019 г. Высота растений гибридов кукурузы в 2018 г. была близкой и не зависела от их биологических особенностей. Положительное влияние азотная подкормка оказывала на все гибриды, повышая величину признака преимущественно на неудобренном с

осени фоне. В 2019 г. увеличение высоты растений по сравнению с 2018 г. отмечено на всех фонах осеннего внесения NPK, но наиболее высоким оно было у среднеспелого гибрида, высота стебля которого достигала 227–231 см. Влияние густоты стояния растений на высоту растений гибрида было несущественным и входило в пределы НСР₀₅.

Площадь листовой поверхности гибридов кукурузы была выше в 2019 г., она повышалась по мере увеличения осеннего фона удобрения, весенней подкормки и увеличения густоты стояния растений. Увеличение площади листовой поверхности внутри гибридов вызвано различными изучаемыми вариантами. Улучшение питания растений приводило к повышению зерновой продуктивности в засушливом 2018 г., но при общем низком уровне продуктивности и только у среднеспелого гибрида кукурузы Краснодарский 377 АМВ урожайность составила 7,2 т/га, что связано с выпадением осадков в период его цветения и налива зерна.

В более благоприятном для роста и развития растений кукурузы 2019 г., на неудобренном с осени фоне, площадь листовой поверхности у всех гибридов повышалась, а урожайность зерна на этих вариантах возрастала соответственно на 0,9; 0,67 и 0,74 т/га.

При внесении с осени половинной дозы N₃₀P₃₀K₃₀ на вышеуказанных вариантах с ростом площади листовой поверхности возрастала и урожайность – на 0,49; 0,67 и 0,36 т/га. При увеличении и осеннего удобрения (до N₆₀P₆₀K₆₀), и азотной подкормки, а также при всех густотах стояния растений у раннеспелого и среднераннего гибридов кукурузы прибавки урожая не отмечены. У среднеспелого гибрида при всех полученных показателях густоты урожайность зерна возрастала от 0,23 до 0,76 т/га, что объясняется совпадением периода цветения початка и налива зерна с выпадением осадков.

В заключение надо отметить, что удобрения N₃₀P₃₀K₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀, внесенные под вспашку осенью в сочетании с подкормкой в фазе 5–6 листьев аммиачной селитрой, по вегетации гибридов кукурузы разных групп созревания на черноземе выщелоченном центральной зоны Краснодарского края при среднемноголетнем уровне увлажнения обеспечивают урожайность зерна 7,0–7,5 т/га.

Литература

1. Дрогалин П. В. Система удобрений в севооборотах. Рекомендации по системе ведения сельского хозяйства в Краснодарском крае, Краснодар, 1975. С. 145–158.
2. Симакин А. И. Удобрение, плодородие почв и урожай. Краснодар, 1988. 269 с.
3. Толорая Т. Р., Лукьяненко П. П. Влияние уровня минерального питания, влагообеспеченности и густоты растений на площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал гибридов кукурузы // Кукуруза и сорго. 1999. № 6. С. 2–6.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки. М.: Колос, 1979. 415 с.

UDC 633.15: 631.524.82: 631.8

Palapin I. V., Marchenko M. V., Kiryachek S. A., Toloraya T. R.

Yields of maize hybrids depending on their early ripeness, usage of fertilizer and plant density in the central zone of the Krasnodar Territory

Summary. Research results include the study of grain productivity of maize hybrids of three groups of ripeness against the background of fertilizer usage in autumn, nitrogen dressing in spring, and plant density. In the arid 2018, top dressing against the background without fertilization in autumn was more effective; in 2019, early ripening hybrid 'Krasnodar 194 MV' provided maximum yield at a rate of 6.05 t/ha when N₃₀P₃₀K₆₀ fertilization was carried out in autumn and N₃₀ top dressing in spring. The average yield (6.30 t/ha) provided early ripening hybrid when plant density was 70 thousand per hectare and fertilizer levels reached N₆₀P₆₀K₆₀. Mid-season hybrid 'Krasnodar 377 AMV' under similar plant density and a half-dose of fertilizer led to obtaining maximum yield (7.67 t/ha).

Keywords: maize, fertilizer, nitrogen dressing, plant density, grain yield, leaf area, early ripening hybrids.

Пермякова Татьяна Борисовна

Распространение корневых и прикорневых гнилей в зернопропашном севообороте в зависимости от разных элементов технологии возделывания

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»

e-mail: k.agrotehnologia@yandex.ru

В условиях Юга России корневые и прикорневые гнили остаются наиболее вредоносными, широко распространенными и трудно искореняемыми заболеваниями посевов зерновых колосовых культур. По данным ряда исследователей потери при поражении гнилями составляют в среднем 15–20 %, а в отдельные годы и более [1].

В борьбе с корневыми и прикорневыми гнилями севооборотам и системам основной обработки почвы отведено немаловажное значение. В условиях рыночной экономики стала востребована минимализация обработки почвы. Это зачастую изменяет фитообстановку на посевах не в лучшую сторону. В литературных источниках опубликован ряд статей о роли систем основной обработки почвы на формирование патогенной инфекции. Часто утверждения достаточно противоречивые [3, 4].

Цель наших исследований – изучение влияния разных систем основной обработки почвы с учётом предшественников на поражаемость озимой пшеницы комплексом гнилей. Исследования проводили длительно в стационарном шестипольном зернопропашном севообороте на озимой пшенице сорта Юкав селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко. Почва представлена малогумусным, сверхмощным черноземом с содержанием гумуса 3,5–4,1 %. Содержание подвижного фосфора находилось в пределах 37–45 мг/кг почвы, а обменного калия – 384–440 мг/кг. Схема применения удобрений на опытных делянках пшеницы стандартная. Озимую пшеницу возделывали по пропашным предшественникам – кукурузе на зерно, подсолнечнику и сое. Технология возделывания озимой пшеницы включала разные системы основной обработки почвы: традиционную (вспашка на глубину 20–22 см под пропашные культуры + поверхностная на глубину 8–10 см под озимую пшеницу); минимальную мульчирующую с разуплотнением (чизелевание на глубину 35–38 см + поверхностная на глубину 8–10 см под озимую пшеницу); минимальную мульчирующую обработку на глубину 8–10 см под все культуры севооборота. Погодные условия вегетационных сезонов 2016–2019 гг. в целом характеризовались как умеренно влажные и благоприятствовали развитию озимой пшеницы. За представленный период наблюдений более засушливый сезон отмечен в 2019 г. Экстремальные условия по годам исследований не наблюдали.

Во все годы наблюдения поражение пшеницы гнилями было достаточно высоким. Максимальное их развитие наблюдали в вегетационном сезоне 2019 г. Соотношение гнилей менялось по годам исследований и фазам вегетации. В 2016–2019 гг. в условиях стационарного опыта на посевах пшеницы преобладали ризоктониозные виды в общем комплексе гнилей. В условиях 2019 г. частота встречаемости этих видов в фазе налива зерна составляла 72 % с появлением очаговой белоколосости на посевах. Частота встречаемости церкоспореллезной гнили оставалась невысокой за годы наблюдений и не превышала 20,3 %. Доля фузариозных гнилей была выше в 2016 г. и составляла 31,8 % в общем комплексе гнилей. В другие годы частота встречаемости этих видов была на уровне 15,3–26,6 %. Офиоблезная корневая гниль проявлялась периодически, но в представленные годы имела слабое развитие. По нашим исследованиям, в ранневесенние периоды уровень корневых и прикорневых гнилей оставался невысоким при всех системах основной обработки почвы.

В видовом составе преобладали гнили фузариозного типа. В этот период не отмечали различий в поражении по вариантам опыта. В дальнейшем наблюдали заметное нарастание ризоктониозных гнилей. Развивалась тенденция к увеличению

вредоносности их при минимальных обработках почвы, в том числе с разуплотнением. В предуборочный период уровень гнилей продолжал нарастать в большей степени по предшественнику подсолнечник, по другим предшественникам он был ниже. Также сохранялись различия по вредоносности между системами обработки почвы. Вариант с традиционной обработкой имел преимущество в улучшении фитосанитарной обстановки.

Можно сделать вывод, что в годы исследований отмечено возрастание вредоносности видов ризоктониозных гнилей. По нашим наблюдениям наибольшее поражение озимой пшеницы отмечено по предшественнику подсолнечник и в меньшей степени по кукурузе. Полученные результаты свидетельствуют о накоплении патогенного комплекса гнилей и его более высокой реализации на поверхностных обработках.

Литература

1. Зазаимко М. И., Бузько В. Ю., Сидак П. В., Сидоров Н. И., Рудницкая Л. В., Слененко Л. Ф. Комплексная защита озимой пшеницы от корневых гнилей // Международная научно-практическая конференция «Корневые гнили сельскохозяйственных культур: биология, вредоносность, системы защиты». Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2014. С. 173–183.
2. Жалиева Л. Д. Ризоктониоз озимой пшеницы в Западном Предкавказье // Успехи современного естествознания. 2006. № 11. С. 48.
3. Немченко В. В., Кекало А. Ю., Заргорян Н. Ю., Цыпышева М. Ю. Влияние приемов агротехники на развитие корневых гнилей в условиях лесостепи Зауралья // Международная научно-практическая конференция «Корневые гнили сельскохозяйственных культур: биология, вредоносность, системы защиты». Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2014. С. 72–77.
4. Горопова Е. Ю., Казакова О. А., Воробьева И. Г., Селюк М. П. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири и Зауралье // Защита и карантин растений. 2013. № 9. С. 23–26.

UDC 632.25:633.11:631.5

Permyakova T. B.

Distribution of root rot in grain crop rotation depending on the elements of cultivation technology

Summary. Species composition and pathogenicity of winter wheat rot in the grain crop rotation is given. The influence of the main tillage systems and preceding crops on the level of accumulation and spread of the root rots is given. The advantages of traditional cultivation technology are demonstrated.

Keywords: pathogenic complex of root rot, tillage systems, preceding crop, spread of disease.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-40

УДК 575.224.46; 575.2.084

Петелько Анатолий Иванович

Подбор ассортимента древесных пород для защитных лесных насаждений

Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

e-mail: zaglos@mail.ru

Лесомелиорация на присетевых земельных фондах и гидрографической сети способствует наиболее эффективному средству защиты почвы от водной эрозии. Однако, состояние, рост и продуктивность самих защитных лесных насаждений зависит от породного состава защитных лесных насаждений [1]. Многолетний опыт наглядно показал, что не все древесные породы и кустарники могут успешно произрастать на смытых почвах. На обширном научном материале приводится характеристика роста и современного состояния изучаемых пород, детальное таксационное описание насаждений. Особую ценность представляют те породы, которые могут расти на эродированных землях и защищать почву от смыва и размыва [1]. На опытной станции

большое внимание уделяется подбору ассортимента древесных и кустарниковых пород, способных расти в условиях эродированных земель. С этой целью в разных условиях произрастания были заложены специальные опыты [1].

Климат в Орловской области умеренно континентальный. Он формируется под влиянием западных и северных океанических и восточных континентальных масс воздуха. Воздушные массы, приходящие с Арктики, приносят похолодание, восточные – летом повышают температуру воздуха и иссушают его, а зимой значительно повышают температуру.

Количество солнечного тепла в разные времена года зависит от продолжительности дня и высоты солнца в полдень над горизонтом.

Абсолютный минимум температуры воздуха за многолетний период равняется минус 37-44 °С, а абсолютный максимум – плюс 36-38 °С. Среднегодовая температура воздуха составляет 4,5 °С. Самый тёплый месяц – июль, самый холодный – январь. Годовое количество осадков варьирует от 450 до 800 мм. Количество дней с осадками в разные годы колеблется от 38 до 91. В тёплый период выпадают ливневые дожди, иногда с градом. Количество дней с осадками за холодный период по годам – от 33 до 66. В некоторые годы зимой холодная погода сменяется оттепелями, выпадают дожди. Количество дней с отрицательной температурой воздуха бывает от 105 до 161. Средние агрометеорологические показатели приведены за 1969-2009 годы.

Снежный покров достигает максимальной высоты в большинстве случаев в феврале, иногда в марте. В течение года преобладают ветры Ю, ЮВ, ЮЗ и СЮ направлений. Среднегодовая скорость ветра – 3,7 м/с.

При выполнении поставленных задач применяли методики и методические указания и предложения по проведению лесохозяйственных уходов. Неоднократно проводили таксационные измерения для выявления роста и развития защитных лесных насаждений, пригодности их и отбора в перспективе для дальнейшего противоэрозионного назначения [2, 3].

Научные опыты заложены на землях Новосильской зональной агролесомелиоративной опытной станции им. А.С. Козменко в Новосильском районе Орловской области. Опыт расположен по правому берегу За отвершка Одинокского суходола (балка возле реки Зуша занимает площадь 94 га). Крутизна 18-20°, экспозиция южная. Почва лесная на лессовидном суглинке, смытая. Культуры заложены в 1963 году. посадкой лентами сеянцев разных древесных и кустарниковых пород в ямки по задернованной почве с размещением посадочных мест 1,0 на 0,7 м. Ширина лент 7-10 м. Высаживались: липа мелколистная (*Tilia cordata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), сосна веймутова (*Pinus strobus*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), ель обыкновенная (*Picea abies*), берёза повислая (*Betula pendula*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), тополь бальзамический (*Populus balsamifera*), ольха чёрная (*Alnus glutinosa*). В настоящее время (2019 год) лучшим ростом и состоянием из всех высаженных пород характеризуется лиственница, сосна, ель, берёза, тополь, показатели роста которых соответствуют 1а бонитету (см. таблицу). Древостои хвойных пород к тому же имеют высокую товарность; все деревья в них представлены только деловыми. Почти не уступает в росте быстрорастущим породам и липа, которая сильно отставала от них в первые годы жизни.

Ольха представлена исключительно суховершными деревьями. Однако, тот факт, что даже в таком состоянии её деревья по высоте соответствуют 1 бонитету, свидетельствует о том, что эта порода в более молодом возрасте характеризовалась быстрым ростом, но оказалась недолговечной на хорошо дренированных берегах гидрографической сети.

Показатели роста ясеня несколько лучше, но и он уступает породам первого яруса в высоту в 2 раза, по диаметру – в 2,5–3,0 раза. Груша и яблоня сильно угнетены, имеют изреженную крону. Слабо плодоносят только опушечные деревья.

Кустарники представлены преимущественно порослёвым поколением, сильно угнетены, но сохраняют хорошую порослевозобновительную способность.

Из всех высаженных пород хорошее естественное возобновление дали только ель и сосна веймутова [5].

Таблица – Показатели роста древесных пород на гидрографической сети.
Возраст 52 года (данные за 1963–2015 гг.)

Порода	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Количество деревьев		Бонитет
			всего, шт./га	в т.ч. деловые, %	
Лиственница сибирская	26	28,8±1,84	1170	100	1a 1a
Сосна веймутова	24	31,3±2,51	1120	100	1a
Сосна обыкновенная	22	21,5±0,90	2000	79	1a
Ель обыкновенная	21	20,1±1,40	1110	100	1a
Берёза повислая	24	21,8±1,01	1600	43	1a
Тополь бальзамический	24	27,2±1,94	840	100	1a
Липа мелколистная	19	20,5±0,94	1290	57	1
Ольха чёрная	20	19,7±0,89	560	0	1
Ясень обыкновенный	12	9,0±1,62	430	0	III

Примечание. Табличные материалы составлены кандидатом сельскохозяйственных наук Н. Е. Новиковым.

Результаты научных опытов дали возможность рекомендовать производству основной ассортимент древесных и кустарниковых пород для облесения эродированных земель. Этот опыт не потерял своего значения и в настоящее время, поскольку даёт возможность проследить за состоянием и долговечностью разных древесных пород в различных условиях произрастания.

Из опыта следует, что хорошим ростом и состоянием из лиственных пород следует считать берёзу повислую, тополь бальзамический, липу мелколистную, а из хвойных – лиственницу сибирскую, сосну обыкновенную и ель обыкновенную. Ольха чёрная в более молодом возрасте характеризовалась быстрым ростом, но оказалась недолговечной.

Литература

1. Петелько А. И. Агролесомелиорация в адаптивно-ландшафтном земледелии в лесостепи Центрального Нечерноземья. Автореф. дис. ... докт. с.-х. н. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2012. 39 с.
2. Борец В. П., Зыков И. Г., Коблев Ю. Н., Новиков Н. Е., Петелько Н. Е., Петелько А. И. Методические рекомендации по защите почв от эрозии и рациональному использованию эродированных земель в Центральном районе Нечернозёмной зоны РСФСР. Волгоград, 1981. 51 с.
3. Сурмач Г. П., Лабазников Б. В., Гаршинёв Е. А., Герасимович Г. Т. Рекомендации по защите почв от эрозии в Орловской области. Орёл: ВНИАЛМИ, 1973. 43с.
4. Кожин С. Н. Облесение непригодных для сельскохозяйственного использования земель в Центральной лесостепи // Сборник работ Новосильской зональной агролесомелиоративной опытной станции. Орёл, 1972. С.54–65.
5. Новиков Н. Е., Павловский Е. С., Борец В. П. Защитные насаждения Новосильской ЗАГЛОС (1923-1957 гг.). Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. 108 с.

UDC 634.956

Petelko A. I.

Selection of the assortment of trees for protective forest plantations

Summary. Reclamation of land on community land funds and the hydrographic network contributes to the most effective means of protecting the soil from water erosion. However, the condition, growth, and productivity of the protective forest stands themselves depend on the species composition. Many years of studies have clearly shown that not all tree species and shrubs can successfully grow on washed soils. Extensive scientific material provides a description of the growth and current status of the studied species, a detailed taxation description of the forest plantations. Of particular value are those species that can grow on eroded lands and protect the soil from erosion.

Keywords: soil, species of forest plantations, number of trees, average height and diameter, bonitet, assortment.

УДК 631.452

Приходько Александр Валентинович, Караева Наталия Викторовна
Использование различных сельскохозяйственных культур в качестве сидератов
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: prihodko_a@niishk.ru

Сокращение в Республике Крым объемов внесения органических удобрений с 8,2 до 0,4 т/га посевных площадей, обусловлено снижением поголовья животных, ставит задачу включать в агротехнологии применение новых альтернативных видов удобрений [1]. При решении вопроса управления плодородием почвы в последние годы широко используют биологические ресурсы самих сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее перспективных источников пополнения почвы органическим веществом являются зеленые удобрения или сидераты [2–5]. Эффективность этого агроприема в значительной мере зависит от почвенно-климатической зоны, вида сидеральной культуры, способа заделки сидеральных культур, технологии возделывания последующих культур севооборота [6].

Исследования по изучению эффективности использования различных культур в качестве зелёного удобрения проводят в НИИСХ Крыма с 2017 г. в стационарном трехпольном севообороте с чередованием культур: пар сидеральный – пшеница озимая – ячмень озимый. Почва опытного участка – чернозем южный карбонатный с содержанием в пахотном слое гумуса – 2,35 %, подвижных фосфатов – 4,4 мг/100 г почвы, обменного калия – 39,1 мг/100 г почвы, средневзвешенный показатель pH – 7,6. Цель исследований – определить влияние различных видов сидеральных культур на процессы поступления в почву органического вещества, изменение физико-химических свойств почвы. Программой исследований предусмотрено изучение следующих сидератов: многолетние бобовые травы – донник желтый (*Melilotus officinalis*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*); озимые культуры – рожь (*Secale cereale*), тритикале (*Triticale aestivumforme*), вики паннонской (*Vicia pannonica*) и ранняя яровая культура – фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia*). При достижении фазы развития растений «начало колошения» (для злаков) или «бутонизация–начало цветения» (для других семейств) биомасса сидеральных культур измельчается и заделывается в почву на глубину 10–15 см в два следа дисковой бороной. Последующая обработка почвы включает дискование на глубину 5–6 см и четыре сплошных культиваций: две на глубину 6–8 и две – на 5–6 см.

В условиях степного Крыма календарный срок использования растений в качестве сидератов раньше всех культур наступил у ржи – 4–6 мая, это в среднем на 7 дней раньше относительно вики, на 9 – от эспарцета, на 11 – донника и тритикале, на 15 – клевера и на 16 дней – фацелии. В условиях Крыма сидеральные культуры характеризуются нестабильной продуктивностью из-за дефицита влаги. За период проведения исследований наивысшую урожайность зеленой массы обеспечили фитоценозы многолетних трав: донника и эспарцета – 29,1 и 27,1 т/га. Однако тритикале и рожь превзошли эти культуры по сбору сухого вещества на 0,10–0,30 т/га (2,7–5,0 %) и по поступлению в почву органического вещества на 0,16–0,36 т/га (2,9–5,8 %). Самая низкая продуктивность получена в агроценозах фацелии и клевера: зеленой массы – 12,2 и 12,8 т/га, сухого вещества – 2,03 и 2,84 т/га, органики – 1,61 и 2,51 т/га.

По-разному проявили себя изучаемые сидераты и в отношении накопления и использования влаги. Фитоценозы многолетних трав к ранневесеннему периоду содержали запасы влаги в метровом слое почвы на уровне 98–107 мм, в то время как у полевых культур они находились в диапазоне от 84 до 91 мм. Ко времени достижения фазы использования в качестве сидератов, запасы влаги в метровом слое почвы резко снижались. Наиболее активное потребление влаги в этот период наблюдалось у

эспарцета и тритикале. Эти культуры на формирование вегетативной массы использовали соответственно 67 и 69 % от ранневесенних запасов почвенной влаги. Перед посевом по сидеральному пару озимой пшеницы самые низкие запасы почвенной влаги отмечены после тритикале – 37,0 мм; эспарцета – 37,1 мм. Более высокие запасы отмечены после фитоценозов фацелии, клевера, донника и вики, однако их количество было не достаточным для обеспечения потребностей озимых зерновых культур.

Перед заделкой сидератов в наименьшая плотность в верхних горизонтах почвы отмечена в агроценозах с участием злаковых культур: в слое 0–10 см самые низкие показатели – 0,96 и 0,97 г/см³ в агроценозах тритикале и смеси озимых; а в слое 10–20 см – 1,36 и 1,37 г/см³ – тритикале и ржи. За период от заделки сидератов до сева озимой пшеницы отмечается уплотнение верхних слоев почвы: 0–10 см – до 1,04–1,07 г/см³; 10–20 см – до 1,41–1,43 г/см³, 20–30 см – до 1,51–1,53 г/см³. При этом более интенсивно процессы уплотнения происходили после злаковых культур и фацелии. А разуплотнение, которое отмечали при возделывании злаковых культур перед заделкой в почву, ко времени сева озимых практически полностью нивелировалось.

За период от заделки сидератов до сева озимой пшеницы произошли изменения в химическом составе почвы. В результате минерализации содержание органического вещества в слое почвы 0–30 см снизилось в разрезе культур от 3,8–6,4 до 2,4–2,6 % (в среднем по опыту на 47 %), а содержание азота увеличилось от 0,17 до 1,73 мг/100 г почвы, или в 10,4 раза. Наибольшее его повышение отмечено после эспарцета – в 13,5 и вики – в 12,3 раза. Перед посевом озимой пшеницы самые высокие показатели содержания в почве фосфора – 3,27 и калия – 32,7 мг/100 г почвы отмечены после использования на зеленое удобрение фацелии. Это подтверждает, что данная культура лучше других использует труднорастворимые соли, преобразовывая их в доступные для культурных растений соединения.

Учитывая, что Степной Крым относится к зоне рискованного земледелия, где основным лимитирующим фактором для получения урожая сельскохозяйственных культур является влагообеспеченность растений, при выборе сидератов следует особое внимание уделить максимальному сохранению запасов почвенной влаги. Снизить потери продуктивной влаги можно подбором сидеральных культур и уменьшением глубины обработки почвы.

Литература

1. Научно обоснованная стратегия развития агропромышленного комплекса Крыма до 2020 года. Симферополь: ИТ «Ариал», 2016. 136 с.
2. Долгополова Н. В. Факторы плодородия в биологическом земледелии Лесостепи центрального черноземья // Региональный вестник. 2016. № 2. С. 27–29.
3. Киреев А. К., Жусупбеков Е. К., Тыныбаев Н. К. Сидераты – малозатратный прием повышения плодородия почвы и урожайности культур на богарных землях юго-востока Казахстана // Агронабформум. 2018. № 8 (164). С. 60–62.
4. Horst W.J., Kamh M., Jibrin J. M., Chude V. O. Agronomic measures for increasing P availability to crops // Plant and Soil. 2001. Vol. 237. № 2. P. 211–223.
5. Турусов В. И., Гармашов В. М., Абанина О. А., Михина Т. И. Сидеральный пар как прием повышения плодородия почвы и продуктивности озимой пшеницы // Сельскохозяйственные науки. 2016. № 3 (45). Ч. 3. С. 125–126.
6. Солодун В. И., Цвынтарная Л. А., Зайцев А. М., Горбунова М. С. Сравнительная оценка сидеральных культур и способов их заделки на серых лесных почвах Лесостепи Иркутской области // Материалы международной научно-практической конференции, приуроченной к 90-летию Ишигенова И. А. «Почвы степных и лесостепных экосистем Внутренней Азии и проблемы их рационального использования» Улан-Удэ: БГСХА им. В. Р. Филиппова, 2015. С. 211–214.

UDC 631.452

Prikhodko A. V., Karaeva N. V.

Overview of various crops used for green manure

Summary. The aim of our research was to determine the influence of different green manure crops on the process of organic matter entry into the soil, changes in physical and

chemical properties of soil, etc. The yields of green mass of sweet clover and sainfoin were the highest – 29.1 and 27.1 t/ha, respectively. Triticale and rye surpassed these crops in the dry matter yield by 0.10-0.30 t/ha and in the organic matter entry into the soil by 0.16-0.36 t/ha. Incorporation of green manures into a farming system contributed to the increase in the amount of nitrogen that is available to the succeeding crop from 0.17 to 1.73 mg/100 g, or 10.4 times. The most considerable increase in the amount of nitrogen was after sainfoin (13.5 times more) and vetch (12.3 times higher). The higher P₂O₅ and K₂O content in the soil was observed after phacelia used for green manure (3.27 and 32.7, respectively).

Keywords: soil, fertility, green manure, fertilizers, soil organic matter.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-42

УДК [632.654+632.7] 632.937.15

Пушня Марина Владимировна, Снесарева Екатерина Геннадьевна,
Родионова Елена Юрьевна

**Разработка биологических методов защиты сои в центральной зоне
Краснодарского края**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»
e-mail: mar.pushnya2014@yandex.ru

Соя (*Glycine max* L.) – широко распространенная в мире высокобелковая масличная культура, широко используемая в технических, кормовых и пищевых целях. Являясь резерватом для вредных и полезных насекомых, она может рассматриваться как источник биоразнообразия в экосистемах. Анализ потенциальной продуктивности современных сортов сои свидетельствует, что она реализуется лишь на 40–50 % [1]. Среди причин, ограничивающих ее продуктивность, основными являются вредные организмы: сорняки, болезни и вредители. В соответствии с этим на базе ФГБНУ ВНИИБЗР в течение нескольких лет проводились исследования по разработке биологических методов защиты сои от основных вредителей.

Изучение энтомофауны проводили по стандартным методикам энтомологических исследований. Скрининг биологических средств защиты проводили по стандартным методикам испытания препаратов в лабораторных и полевых условиях согласно методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов в сельском хозяйстве на опытных участках площадью 0,01-0,02 га [2].

В зависимости от месторасположения сои, сопредельных с ней посевов и лесополос, почвенно-климатических условий в нем могут доминировать разные группы фитофагов. Как нами, так и специалистами Краснодарского филиала Россельхознадзора отмечено, что за последние годы значительно возросла поврежденность сои чешуекрылыми вредителями, основную опасность из которых представляют акациевая огневка *Etiella zinkinella* Tr. 1832 и хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hb. 1805. В отдельные годы на полях нами зарегистрирована карадрина (малая наземная совка) *Spodoptera exigua* Hb. 1808, однако ее численность не превышала одной гусеницы на 100 растений. Как имаго отмечены шалфейная (*Chloridea peltigera* Schiff. 1775), люцерновая (*Heliotis viriplaca* Htn. 1766) и озимая совки (*Agrotis segetum* Schiff. 1775), а также совка-гамма (*Autographa gamma* L. 1758).

При разработке методов биозащиты сои необходимо учитывать и расположение севооборотов, содержащих сою, принимая во внимание, что существенную роль в зараженности посевов сои *E. zinkinella* играла их удаленность от основного резервата вредителя – лесополос робинии псевдоакации (*Robinia pseudo-acacia* L. 1753). Так, в течение пятилетних исследований нами установлено, что, на участках сои, расположенных на расстоянии 500 м от лесополосы робинии,

поврежденность бобов в 2015–2019 гг. составляла 8,3–35,0 %, тогда как на посевах, отстоящих от лесополосы на 1500 и более метров, поврежденность бобов не превышала 2,4 %, т.е. являлась несущественной.

Естественными резерватами огневки могут служить и другие культурные и дикорастущие бобовые растения: горох (*Pisum sativum* L. 1753, люцерна посевная (*Medicago sativa* L. 1753), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam. 1785), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L. 1753), мышиный горошек (*Vicia caracca* L. 1753)), однако, численность вредителя на этих культурах, согласно нашим наблюдениям, не превышала 0,5 гус./м², кроме этого до 40 % гусениц были заражены энтомофагами из семейств Braconidae, Ichneumonidae, Eulophidae и Elasmidae. Эти данные свидетельствуют о том, что ряд бобовых растений мы можем рассматривать также и как дополнительные станции местообитания полезной энтомофауны (пораженность *E. zinkinella* Tr. паразитами на робинии не превышала 3–6 % при поврежденности в отдельные годы до 50 % бобов).

В ограничении численности чешуекрылых вредителей на сое значительную роль играл и используемый сорт. Так на испытанных нами пяти сортах селекции ВНИИМК и НПК «Соевый комплекс» (оба – г. Краснодар): Лира, Вилана, Арлета, Бара и Селекта – 302, меньшая поврежденность бобов сои акациевой огневкой и хлопковой совкой отмечена на сортах с периодом вегетации 90-100 суток (Бара, Лира) – 0,1–0,3 %, а наибольшая 1,6–4,3 % - на сортах с периодом вегетации 115-123 суток (Селекта – 302, Вилана) (таблица).

Полученные результаты показали необходимость проведения на ряде опытных участков, где выращивали сорта сои среднего и позднего сроков созревания, дополнительных обработок биопрепаратами на основе *Bacillus thuringiensis* Berliner 1915 против чешуекрылых – лепидоцидом СК БА – 2000 ЕА/мг, титр 10⁹ и битоксибациллином СП БА – 2000 ЕА/мг, титр – производства ООО ПО «Сиббиофарм» (2 л/га и 1,5 кг/га соответственно).

Таблица – Влияние сорта на поврежденность сои вредителями (ВНИИБЗР, 2015–2019 гг.)

Сорт	Акациевая огневка		Хлопковая совка		Всего повреждено, %	
	Повреждено, %		Повреждено, %		бобов	семян
	бобов	семян	бобов	семян		
Арлета	1,4	0,8	0,5	0,3	1,9	1,1
Бара	0,8	0,2	0,1	0,1	0,9	0,3
Ли́ра	1,1	0,6	0,3	0,3	1,4	0,9
Селекта	3,9	3,0	2,0	1,7	5,9	4,7
Вилана	4,8	3,6	2,4	1,5	7,0	5,1
НСР _{0,95}	0,4	0,2	0,1	0,2	0,9	0,8

Сроки обработки устанавливали по началу массового лета имаго в феромонные ловушки, чтобы предотвратить внедрение гусениц в бобы. Использование этих биосредств позволило снизить поврежденность бобов и семян вредителями на 20-30 %.

Таким образом, введение в систему защиты сои биологических методов защиты, таких как выбор сорта с периодом вегетации не более 100 суток, соблюдение пространственной изоляции от мест основной резервации вредителей (акациевой огневки и хлопковой совки) и применение биопрепаратов обеспечивало защиту сои от основных чешуекрылых вредителей.

Литература

1. Пушня М. В., Ширинян Ж. А. *Nezara viridula* L. – новый вредитель сои в Краснодарском крае // Защита и карантин растений. 2015. № 10. С. 27–29.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве // Под ред. В. И. Долженко и др. СПб. 2010. 363 с.

UDC [632.654+632.7] 632.937.15

Pushnya M. V., Snegareva E. G., Rodionova E. Yu.

Development of biological methods for the protection of *Glycine max* L. in the central zone of the Krasnodar Territory

Summary. The purpose of our study was to develop biological methods to protect soybean from pests. Lepidoptera is believed to be one of the most numerous groups of insects in this crop. As a conservative estimate, 20 species of Lepidoptera were found in soybean agrocenosis; the greatest damage to *Glycine max* L. caused *Etiella zinkinella* Tr. 1832 and *Helicoverpa armigera* Hb. 1805. It was shown that not less than 500 m distance of crops from the main reserve of pests – robinia and the use of early ripening varieties provided the minimum loss of bean yield (no more than 0.9 – 1.9%). The use of biological preparations based on *B. thuringiensis* – lepidocide and bitoxybacillin allowed reducing beans and seeds damage by pests by 20-30%.

Keywords: *Glycine max* L., biological method of protection, plants-reserves, spatial isolation, variety, biological products.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-43

УДК 634.8:631,5

Рашидов Наим Джалолович

Создание индустриальной технологии, способствующей получению высокопродуктивных виноградников

«Политехнический институт Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими в г. Худжанде»

e-mail: Naimrashidov-tj@mail.ru

Виноградники в нашем регионе возделывают по сложившейся традиционной технологии с узкими рядами, без или со среднештамбовой формировкой, исключительно на ручном труде. Однако такие типы выращивания не позволяют эффективно использовать на виноградниках фитоклиматические условия, также высокопроизводительные трактора и агрегируемые к ним сельскохозяйственные орудия.

Наряду с внедрением высокого уровня механизации в производственных процессах в промышленном виноградарстве, основной нашей целью явилось обеспечение более полного потенциала продуктивности винограда для получения высоких стабильно-кондиционных урожаев.

В современных условиях выращивания сельскохозяйственных культур актуальное значение приобретает изучение потенциала растений, установление оптимальных показателей при выборе различных групп сортов в зависимости от климатических и почвенных условий, выявление которых очень важно для дальнейшего эффективного выращивания.

Между силой роста виноградного куста и его плодоношением существует определенная взаимосвязь. Чем больше сила роста куста, тем выше его способность к плодоношению. Неполное использование силы роста куста приводит к чрезмерному росту побегов и наоборот, установление нагрузки выше оптимальной влечет за собой перегрузку куста, ослабление силы роста побегов, снижение процента прорастания почек. Такие кусты дают неустойчивые урожаи, ягоды получаются мелкие, недостаточно сочные и малосахаристые, рост побегов ослабевает и вызреваемость их ухудшается [1].

В условиях орошения юга Таджикистана К. Р. Раджабовым [2] установлено, что сорт винограда Нимранг и Кишмиш черный при улучшенной гармской формировке в среднем за годы исследований имели высокую урожайность (31,5 и 19,6 т/га соответственно) с кондиционным качеством сока ягод винограда, особенно при короткой обрезке плодовых лоз.

Нагрузка и длина обрезки кустов оказывает воздействие на рост, количество распустившихся глазков, развитие листовой поверхности в побегах, а также показатели плодоносности и урожай виноградногo растения.

В связи с этим, мы провели исследования по изучению особенности развития глазков и побегов в зависимости от оставленной нагрузки (60, 80, 100 глазков) при различной схеме посадки и высоте штамба (3×2 м, высота штамба 80 см; 3×2 м, высота штамба 120 см; 4×3,7+0,6 м парные, высота штамба 140 см. Повторность трехкратная) столового сора Хусейне белый в различных экологических зонах Северного Таджикистана (районы Б. Гафуров и Дж. Расулов, с 2015 по 2018 гг.).

Воздействия изучаемых факторов (нагрузка 60, 80 и 100 глазков на куст) на рост куста отражаются на развившихся глазках и побегах, которые проросли из оставленных глазков. Установлено, что схемы посадки и высоты штамба виноградногo растения значительно влияют на предпринимаемые агротехнические приёмы, особенно на высокоштамбовых формировках (рисунок).

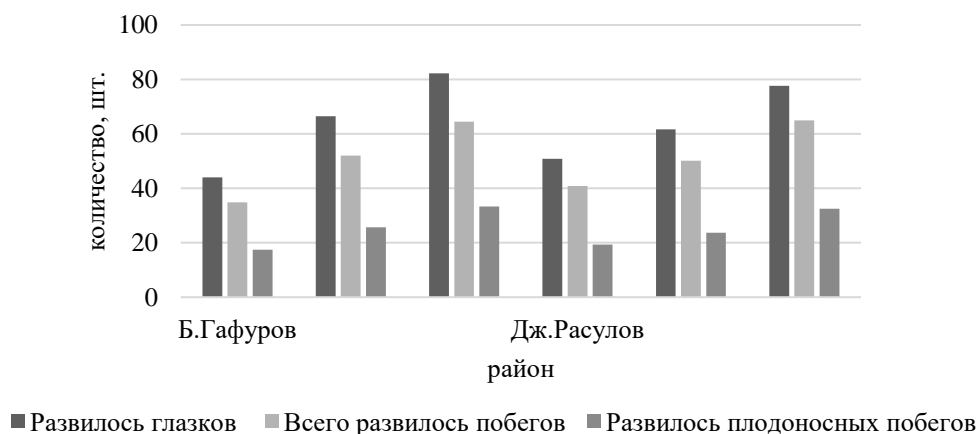


Рисунок – Продуктивность кустов винограда зависимости от оставленных глазков

Полученные данные свидетельствуют, что в зависимости от нагрузки глазков на куст увеличивается число развившихся глазков: при 60 гл. – от 44,0 до 50,8; при 80 гл. – от 61,7 до 66,5 и при 100 гл. – от 77,7 до 82,2 шт. На 1 гектар насаждений получено соответственно до 73,30; 110,79 и 102,75 тыс. шт. Исследования показали, что в пределах изучаемых вариантов опытов варьирование находилось в пределах 5–12 %. Результаты расчета между вариантами исследований существенной разницы не показали, $НСР_{05} = 0,86–0,96$.

Следует отметить, что развилось от оставленных глазков в среднем 49–53 % побегов. Особенно высокие показатели были получены на высокоштамбовых формировках. Количество плодоносных побегов также увеличивается во втором и третьем уровнях нагрузки по сравнению с первым. Результаты показывают, что наиболее эффективна нагрузка 100 глазков для всех вариантов независимо от района.

В результате исследования следует отметить, что на высокоштамбовых формировках повышается плодоносность побегов, особенно на парных посадках, где уменьшается количество ручных работ и появляется возможность максимального использования механизированных работ. Также благодаря хорошей аэрации повышается устойчивость растений к болезням, таким как милдью и серая гниль.

Литература

1. Раджабов К. И. Формировка и обрезка винограда на юге Таджикистана. Автореф. дисс. ... канд.с.-х. наук. Душанбе, 1972. С. 5–24.
2. Юзбашева А. К. Влияние нагрузки на повышение урожайности винограда в условиях грубоскелетных почв Северного Таджикистана // Сборник научных трудов. Душанбе, 1972. С. 75.

UDC 634.8:631,5

Rashidov N. J.

Creation of industrial technology aiming to produce high-productive vineyards

Summary. The purpose of this work was to study the development of the eyelets and shoots of white table grapes variety ‘Huseyne’ in different ecological zones of Northern Tajikistan depending on the load left (60, 80, 100 eyelets), planting pattern and height of the stem (3 × 2 m, height of the stem 80 cm; 3 × 2 m, height of the stem 120 cm; 4 × 3.7 + 0.6 m, paired, height of the stem 140 cm). On high-stem grapevines, the fruit-bearing capacity (productivity) of shoots increases. This is especially noticeable in paired plantings, where the amount of manual works reduces and becomes more automated. Also, due to good aeration, the resistance of plants to diseases like mildew and gray mold increases.

Keywords: grapes, planting pattern, height of the stem, bush, eyes, load, option, formation, development.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-44

УДК 633.853.483:631.842.4

Ростова Елизавета Николаевна

Засоренность посевов горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в зависимости от нормы высева и дозы азота в степном Крыму

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: lizunau@mail.ru

В настоящее время человечество все больше внимания уделяет сохранению окружающей среды. Поэтому растет интерес к биологическому земледелию. Горчица белая – хорошо известная культура, нашла свое применение в различных сферах жизнедеятельности человека. Ее используют как сидеральную и медоносную культуру, выращивают на зеленый корм и семена, горчичное масло применяют во многих отраслях промышленности. При этом горчица белая обладает рядом фунгицидных свойств и является прекрасным фитосанитаром полей. При хорошо развитом плотным травостое вегетативной массы она способна подавлять сорные растения, а введение данной культуры в севооборот способствует общему снижению засоренности полей [1, 2]. Однако чрезмерно высокая густота стояния растений оказывает негативное влияние на процесс ветвления и образования стручков и ведет к снижению общей продуктивности посевов горчицы [3]. Применение удобрений улучшает питание растений горчицы и соответственно способствует ее более интенсивному развитию, но минеральные составляющие являются также источником питания и для сорной растительности. Поиск оптимальных параметров внесения минеральных удобрений и расхода посевного материала позволит увеличить урожайность культуры и повысить ее конкурентную способность.

Цель исследований состояла в определении нормы высева и дозы азота, при которых растения горчицы белой могут активно подавлять сорную растительность без снижения общей продуктивности посевов.

Место проведения исследований – отделение полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма». Изучали пять вариантов внесения под предпосевную культивацию азотных удобрений (N₀ – контроль; N₂₀; N₄₀; N₆₀; N₈₀) и шесть норм высева (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 млн шт./га) на сорте горчицы белой Радуга в 2017–2019 гг. Закладку опытов, проведение учетов и статистическую обработку данных выполняли в соответствии с общепринятыми методиками [4, 5].

Вегетационный период горчицы белой в 2017 г. проходил в условиях умеренного увлажнения, в 2018 г. – в условиях острого дефицита осадков на фоне высоких температур воздуха, в 2019 г. – при остром недостатке осадков в первой

половине и их избыточном количестве во второй половине вегетации культуры.

Полученные результаты показали, что засоренность посевов не зависела от вносимых удобрений и норм высева, существенно влияли на этот показатель метеоусловия года. Максимальное количество сорняков в среднем по опыту отмечено в 2017 г. и составило 147,6 шт./м². В засушливых 2018 и 2019 гг. количество сорняков было достоверно меньше – 34,8 и 41,2 шт./м² соответственно.

Густота стояния растений горчицы белой оказывала значительное влияние на развитие сорной растительности. С увеличением нормы высева культуры происходило угнетение сорняков, они хуже развивались. Наибольшая сухая масса у сорняков была при высева 0,5 млн шт./га и в среднем за 2017–2019 гг. она составила 168,2 г/м². Увеличение нормы высева свыше 2 млн шт./га достоверного снижения биомассы сорной растительности не обеспечивало. Азотные удобрения существенно не влияли на рост и развитие сорняков, но отмечено увеличение накопления сухой массы сорных растений от их применения.

Продуктивность посевов горчицы белой возрастала с увеличением нормы высева до 2,0 млн шт./га, а при более высоких нормах отмечалось снижение данного показателя. В среднем за три года исследований максимальный урожай на уровне 0,6 т/га был получен при высева 2 млн шт./га. Применение азотных удобрений повышало урожайность на 23,8–54,2 %. Однако следует отметить, что в острозасушливых условиях 2018 г. нормы высева и азотные удобрения не влияли на продуктивность посевов горчицы белой.

Установлено, что при норме высева 2, 2,5 и 3 млн шт./га растения горчицы белой максимально подавляли рост и развитие сорной растительности, сухая масса сорняков в среднем за 2017–2019 гг. в этих вариантах была наименьшей и составила 57,9; 42,3 и 38,4 г/м² соответственно. Количественный состав сорняков находится в зависимости от метеоусловий года. Внесение азотных удобрений существенно не влияло на засоренность посевов. Оптимальная густота стояния растений горчицы белой формировалась при высева 2 млн шт./га, в среднем за три года исследований урожайность семян в этом варианте была наибольшей и составила 0,6 т/га.

Литература

1. Храмов А. В., Воловик В. Т. Урожай семян горчицы белой при различных сроках сева в условиях центрального Нечерноземья // 7-ая Международная конференция молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных культур», посвященной столетию со дня основания ВНИИМК. Краснодар, 2013. С. 244–246.
2. Женченко К. Г., Турин Е. Н. Горчица в пятипольных зернопаропропашных севооборотах. // Известия сельскохозяйственной Тавриды. 2018. № 15 (178). С. 74–82.
3. Чехов А. В., Жернова Н. П. Технологічні аспекти вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2009. № 14. С. 238–247.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами // Под ред. Лукомца В. М. Краснодар, 2010. 327 с.

UDC 633.853.483:631.842.4

Rostova Ye. N.

***Sinapis alba* L. weed infestation depending on the seeding rate and N fertilizer dose in the steppe Crimea**

Summary. Dense white mustard (*Sinapis alba* L.) can suppress weeds, however excessive density negatively influences crop yields. The search for the optimal parameters for applying mineral fertilizers and the consumption of seed material will increase the crop yield and will improve its competitive ability. This work aimed to identify the seeding rate and doses of nitrogen fertilization at which white mustard plants can actively suppress weeds without reducing the productivity of the crop. In the course of this research, we

established that *S. alba* sown at a rate of 2, 2.5 and 3 million seeds per ha suppressed the growth and development of weeds as much as possible. On average, in 2017-2019, the dry weight of weeds in the aforementioned variants was the least and reached 57.9; 42.3 and 38.4 g/m², respectively. Weed species composition and quantitative parameters of weed infestation depended on the weather conditions of the year. The application of nitrogen fertilizer did not affect significantly the weediness of *S. alba* crops. The optimal density white mustard plant formed at a seeding rate of 2 million units/ha and, on average, for three years of research, the seed yield in this variant was the highest (0.6 t/ha).

Keywords: *Sinapis alba* L., weeds, seeding rate, fertilizers.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-45

УДК 634.8.04:632.4

Савчук Надежда Васильевна¹, Юрченко Евгения Георгиевна¹,
Виноградова Светлана Владимировна², Поротикова Елена Владимировна²
**Способы проникновения инфекции возбудителей фузариозного усыхания
генеративных органов винограда**

¹ФГБНУ «Северо-Кавказский Федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»;

²ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН

e-mail:mishutina.nadin@yandex.ru

Все чаще в мировой литературе появляются сведения о возрастании вредоносности грибов рода *Fusarium* на многолетних культурах [1, 3, 4]. Появление на винограде новых экономически значимых микопатогенов из рода *Fusarium* [5] потребовало разработки мер борьбы с ними. Учитывая, что эффективный контроль сезонных болезней многолетних растений, это прежде всего, профилактика, важно знать сроки инфицирования винограда и начала патогенного процесса.

Цель исследований – установить возможность заражения винограда во время цветения, определить способ проникновения инфекции и выявить вредоносность фузариозного усыхания генеративных органов винограда.

Исследования проводили в таманской подзоне Краснодарского края (Западное Предкавказье), на винограднике столового сорта Августин в АО «Южная» (отделение № 1) близ поселка Кучугуры, Темрюкского района в вегетационный период 2019 г. Известно, что фузариевые грибы, как гемибиотрофные виды могут использовать различные стратегии проникновения инфекции в растения – первичный или вторичный паразитизм, причем первичное заражение происходит через механические повреждения («раневой» паразитизм). Поэтому для выявления способов проникновения инфекции возбудителя производили заражение соцветий винограда суспензией спор штаммов грибов рода *Fusarium* – *F. proliferatum* (штамм 41/1) и *F. oxysporum* (штамм 117) разными способами – без поранения и с поранением. Варианты заражения в опыте: 1) укол в середину главной оси соцветия; 2) укол в кончик главной оси соцветия; 3) опрыскивание соцветий конидиальной суспензией без поранения; 4) контроль – опрыскивание и уколы стерильной водой. Для инокуляции брали 10 соцветий в каждом варианте опыта. Инокуляцию проводили отдельно, разными штаммами. Концентрация спор составляла 50 мкл конидиальной суспензии (1×10^6 конидий/мл) [2].

Наблюдения за растениями показали, что в вариантах с поранением первые патологические признаки в виде некротизации тканей появились на вторые сутки после заражения. На четвертые сутки отмечали усыхание соцветий и осыпание цветков во всех опытных вариантах: в первом варианте – единичные усыхания цветков, во втором и третьем варианте – 10–30 % усохших и осыпавшихся цветков в соцветии.

В результате исследований выявлена вредоносность фузариоза: усыхание проводящей ткани и осыпание цветков отрицательным образом сказалось на качестве и товарном виде гроздей столового винограда (размере грозди, который определяли

по величине длины главной оси), что в свою очередь повлияло на снижение средней массы грозди (таблица).

Таблица – Агробиологические показатели винограда в зависимости от варианта опыта (2019 г.)

Вариант	Длина главной оси грозди, мм			Средняя масса грозди, г		
	1 вариант	2 вариант	3 вариант	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Контроль	273,6	256,4	207,0	393,2	484,1	447,3
41/1	161,1	180,9	181,0	246,9	240,5	285,6
117	176,8	185,0	195,9	212,0	297,3	247,7
НСР ₀₅	8,271802	4,227097	8,058301	12,332840	15,733470	12,851980

Выявлено, что при первом способе заражения происходило уменьшение длины главной оси на 35,4 % при заражении штаммом 117 и на 41,2 % в случае заражения штаммом 41/1. При заражении вторым способом – на 27,7 % в случае заражения штаммом 117, и на 29,3 % в случае заражения штаммом 41/1, при способе заражения без поранения – на 5,4 % (штамм 117) и на 12,6 % в случае заражения штаммом 41/1. Таким образом, наибольшая вредоносность в уменьшении размера грозди проявилась в варианте заражения через поранение середины главной оси. А также отмечена большая вредоносность штамма 41/1 *F. proliferatum* по сравнению со штаммом *F. oxysporum* 117. При этом надо отметить, что в варианте проникновения инфекции через цветки грозди были невыполненными и деформированными, что также сказалось на снижении их товарности. В целом, снижение товарности зараженных гроздей во всех вариантах опыта было одинаковым. При развитии патологического процесса после поранения в середину главной оси соцветия, средняя масса грозди снижалась на 37,2 % в случае инокуляции штаммом 41/1 и на 46,1 % – при заражении штаммом 117; после поранения кончика главной оси – на 38,6% (штамм 41/1) и на 50,2 % (штамм 117). При опрыскивании соцветий конидиальной суспензией без поранения также было выявлено снижение средней массы грозди на 35,8 % в случае заражения штаммом 41/1 и на 44,5 % при инокуляции штаммом 117, вследствие усыхания гребней и ягод на них. Очевидно, что, несмотря на различие в способах проникновения фузариозной инфекции, показатели снижения средней массы грозди были примерно одинаковыми.

В результате исследования доказана возможность заражения фузариозной инфекцией виноградных растений во время цветения. Способы проникновения инфекции могут быть различными, как через поранения проводящей ткани соцветий (оси, гребни), так и через цветки (при нарушении целостности нежных тканей ветром, сельскохозяйственными орудиями и др.), при этом ущерб, наносимый растению заболеванием, практически одинаков.

Литература

1. Якуба Г. В., Астапчук И. Л., Насонов А. И. Видовая структура комплекса микромицетов, возбудителей гнили сердцевины плодов яблони Краснодарского края // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 60 (6). С. 148–162.
2. Ghuffar S., Irshad G., Zhai F., Aziz A., Azadullah H. M., Mehmood N., Yang H., Bashir A., Ahmed M. Z., Aslam M. F., Ahmed R. First report of *Fusarium proliferatum* causing fruit rot of grapes (*Vitis vinifera*) in Pakistan // International Journal of Phytopathology. 2018. Vol. 7. No. 2. P. 85–88.
3. Wang C.W., Ai J., Liu Y. X., Li H. Y., Fan S. T., Yang Y. M. *Fusarium avenaceum*: a new pathogen causing amur grape (*Vitis amurensis*) fruit rot in Jilin Province // Plant Disease. 2015. Vol. 99. No. 6. P. 889.
4. Wang Y. C., Wang W., Gao J. First report of *Fusarium proliferatum* causing fruit rot on grape (*Vitis vinifera*) in China // Plant Disease. 2015. Vol. 99. No. 8. P. 1180.
5. Yurchenko E. G., Savchuk N. V., Porotikova E. V., Vinogradova S.V. First report of grapevine (*Vitis sp.*) cluster blight caused by *Fusarium proliferatum* in Russia // Plant Disease. 2020. Vol. 04. No. 3. P. 991.

UDC 634.8.04:632.4

Savchuk N. V., Yurchenko E. G., Vinogradova S. V., Porotikova E. V.

Causative agents of Fusarium wilt of the reproductive organs of grapes. Ways of infection

Summary. The possibility of grapevines infecting with *F. proliferatum* and *F. oxysporum* at the flowering stage is proven. The methods of infection penetration can be different, both through injuring the conductive tissue of inflorescence (axes, ridges), and through flowers (in case of violation of the integrity of delicate tissues by the wind, agricultural tools, etc.). However, the damage caused to the plant by the disease in all these cases is almost the same.

Keywords: grapes, Fusarium wilt, infection, harmfulness.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-46

УДК 633.11«324»:631.5:631.893

Семенюк Ольга Викторовна

Урожайность озимой пшеницы с применением в технологии выращивания комплексных удобрений на основе аминокислот

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
e-mail: sniish.semenyuk@mail.ru

Жидкие комплексные органоминеральные удобрения на основе аминокислот широко применяют в качестве дополнения к традиционным схемам минерального питания при выращивании мягкой озимой пшеницы. В настоящее время это востребованный агротехнический прием, который способствует получению устойчивых урожаев зерна в различных регионах страны [1–3]. Из большого разнообразия аминокислот, выявленных в биологических объектах, клетки растений лучше усваивают натуральные α -аминокислоты оптически активной L-конфигурации [4]. Включаясь в метаболизм аминокислот, синтез ферментов, углеводов и жиров после поступления через поверхность листового аппарата, экзогенные аминокислоты повышают общее количество свободных аминокислот в растении, обуславливая тем самым росторегулирующее, иммуностимулирующее и стрессоснижающее действие [5].

Цель исследований – изучить влияние ранневесенних листовых подкормок жидкими комплексными органоминеральными удобрениями на основе аминокислот на урожайность зерна мягкой озимой пшеницы. В исследованиях использованы органоминеральные удобрения (ОМУ) на основе аминокислот оптически активной L-конфигурации* и олигопептидов** (*аланин, аргинин, аспарагин, валин, глутамин, глицин, гистидин, гидроксипролин, пролин, лейцин, изолейцин, лизин, гидроксилизин, метионин, серин, треонин, триптофан, тирозин, дийодтирозин, фенилаланин, цистеин; **олигопептиды: ди-, три-пептиды) в комплексе с биологически активными веществами: «Полидон Амино Плюс» – L-аминокислоты и олигопептиды – 600 г/л; азот (N общий) – 180 г/л; «Полидон Амино Микс» – L-аминокислоты и олигопептиды – 250 г/л; азот (N общий) – 50 г/л; железо (Fe) – 30 г/л; цинк (Zn) – 15 г/л; магний (MgO) – 10 г/л; марганец (Mn) – 10 г/л; бор (B) – 10 г/л; медь (Cu) – 5 г/л; молибден (Mo) – 2 г/л; кобальт (Co) – 0,05 г/л.

Исследования проводили на экспериментальном поле отдела физиологии растений ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в 2017–2019 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, мощный, малогумусный, тяжелосуглинистый. Исходное содержание гумуса – 4,31 %, подвижного фосфора – 17–20 мг/кг, обменного калия – 196–212 мг/кг, pH водной суспензии почвы – 7,1–7,3. Сумма эффективных температур зоны составляет 3000–3200 °С, количество осадков – 540–570 мм. ГТК – 0,9–1,1. Объект исследований – мягкая озимая пшеница сорта Багира (селекция Северо-Кавказского ФНАЦ). Предшественник – черный пар. Агротехника – общепринятая для зоны. Фон минерального питания – N₆₀P₆₀K₆₀ (удобрение нитроаммофоска вносили под предпосевную культивацию). Площадь учетных

делянок – 24 м². Повторность – трехкратная. Листовую обработку вегетирующих растений озимой пшеницы ОМУ проводили в фазу весеннего кушения культуры в дозе 0,3 л/га. Урожайность учитывали прямым комбайнированием (комбайн «Сампо 500»). Математическую обработку данных осуществляли с помощью дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [6] с использованием компьютерных программ (Excel). Структуру урожая определяли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7]. Погодные условия за период проведения исследований в целом были удовлетворительными для формирования урожая озимой пшеницы.

В результате проведенных исследований установлено, что ранневесенняя листовая подкормка посевов мягкой озимой пшеницы ОМУ «Полидон Амино Плюс» и «Полидон Амино Микс», способствовала увеличению урожайности по отношению к контролю на 5,4 и 6,9 ц/га или 9,3 и 11,9 % соответственно (таблица).

Таблица – Влияние ОМУ на формирование урожайности озимой пшеницы Багира и элементов ее структуры (среднее за 2017–2019 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка		масса 1000 зерен, г	масса зерна с 1 колоса, г	Озерненность колоса, шт.	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²
		ц/га	%				
Контроль (без ОМУ)	57,9	-	-	38,39±1,49	1,13±0,06	31,0±1,4	599±29,2
«Полидон Амино Плюс»	63,3	5,4	9,3	39,04±1,55	1,20±0,06	31,0±1,4	653±31,7
«Полидон Амино Микс» 0,3 л/га	64,8	6,9	11,9	40,70±1,62	1,20±0,06	30,0±1,4	661±32,0
НСР _{0,5}	5,3						

Анализ элементов структуры урожая показал, что увеличение урожайности озимой пшеницы с применением листовых обработок опытных посевов ОМУ «Полидон Амино Плюс» и «Полидон Амино Микс» в фазу весеннего кушения культуры происходило в основном за счет увеличения количества продуктивных стеблей на 9,0–10,3 %, а также массы 1000 зерен на 1,7–6,0 % и массы зерен с одного колоса на 6,2 % соответственно.

Таким образом, ранневесенняя листовая подкормка посевов озимой пшеницы ОМУ «Полидон Амино Плюс» и «Полидон Амино Микс» позволила повысить урожайность озимой мягкой пшеницы сорта Багира на 9,3 и 11,9 % по сравнению с контролем.

Литература

1. Семенюк О. В., Ерошенко Ф. В. Использование органоминеральных удобрений Полидон при возделывании озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55 (2). С. 19–23.
2. Семенюк О. В. Эффективность применения жидких органоминеральных удобрений Полидон® и стимулятора роста растений АльфастиМ® на посевах озимой пшеницы // Земледелие. 2017. № 1. С. 44–46.
3. Пономарева А. С., Коршунов А. А., Вознесенская Т. Ю., Рыжова Д. А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице // Агротехнический вестник. 2019. № 1. С. 59–62.
4. Wagner I., Musso H. New Naturally Occurring Amino Acids // Angewandte Chemie International Edition in English: magazin. 1983. November. Bd. 22. Nr. 11. P. 816–828. DOI: 10.1002/anie.198308161.
5. Шаповал О. А., Можарова И. П., Коршунов А. А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16–20.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

7. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Министерство сельского хозяйства СССР, 1985. 285 с.

UDC 633.11«324»:631.5:631.893

Semenyuk O. V.

Yield of winter wheat using complex fertilizers based on amino acids

Summary. In a three-year field study, the effect of liquid complex organomineral fertilizers based on amino acids on the yield of soft winter wheat was studied. The early leaf treatment of crops with “Polydon Amino Plus” and “Polydon Amino Mix” fertilizers increased the crop yield by 9.3 % and 11.9 %, respectively.

Keywords: winter wheat, organomineral fertilizers, amino acids, grain yield.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-47

УДК 633.853.493: 631.816.3

Тараненко Виктор Владимирович

Влияние внекорневой подкормки на урожай и качество рапса

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»
e-mail: viktaranen@rambler.ru

Урожайность рапса в России низкая, в среднем не превышает 15–20 ц/га, в том числе и в Краснодарском крае. Негативное влияние на рост и развитие растений агрокультуры в весенний период оказывают стремительное нарастание температуры воздуха и отсутствие осадков. Внекорневые подкормки макро- и микроэлементами играют существенную роль в процессах жизнедеятельности растений, являются необходимым компонентом системы их питания и способствуют увеличению урожая.

Цель исследований – определение влияния высококонцентрированного удобрения «Вуксал Борон» на урожайность семян и качество продукции ярового рапса. Испытание проводили на сорте Галант в условиях Центральной зоны Краснодарского края. Следует отметить, что данная работа является продолжением исследований по поиску способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур [1–3].

В 2018 – 2019 гг. заложены полевые опыты на производственном участке севооборота ВНИИБЗР по общепринятым методикам [4, 5]. Учётная площадь делянки – 30 м², повторность опыта – четырёхкратная. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,0 %, рН солевой вытяжки – 5,5. Содержание подвижных форм фосфора – 17,4 мг/100 г почвы, калия – 32,8 мг/100 г почвы. Перед уборкой с каждой делянки отбирали модельные снопы для анализа структуры урожая. Уборку проводили комбайном «Хеge-125». Качество продукции определяли с помощью спектрофотометра «Инфрапид-61». Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [6]. Почвенно-климатические условия в период исследований были благоприятными для роста и развития растений ярового рапса. Опыт включал следующие варианты:

1. Контроль; 2. Внекорневая подкормка в дозе 0,7 л/га в фазу формирования розетки и фазу бутонизации; 3. Внекорневая подкормка в дозе 2,5 л/га в фазу формирования розетки и фазу бутонизации; 4. Внекорневая подкормка в дозе 5,0 л/га в фазу формирования розетки и фазу бутонизации.

Применение удобрения оказало незначительное влияние на высоту растений рапса: в зависимости от дозы препарата этот показатель варьировал от 83,7 до 91,7 см. Наибольшие значения (прибавка к контролю 2–8 см) зафиксированы в вариантах 3 и 4, где применяли более высокие концентрации раствора.

Таблица – Влияние внекорневой подкормки на урожай и качество семян рапса (2018–2019 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Урожайность семян, ц/га	Прибавка урожая		Общий азот, %	Сырой жир, %
			ц/га	%		
1	-	24,7	-	-	4,03	44,8
2	0,7 + 0,7	26,0	1,3	5,3	4,36	15,2
3	2,5 + 2,5	27,1	2,4	9,7	4,74	46,4
4	5,0 + 5,0	28,3	3,6	11,5	4,88	47,5
НСР ₀₅	-	3,24	1,72	-	0,29	0,15

Под действием «Вуксал Борон» изменялись показатели структуры урожая во всех вариантах опыта: количество стручков на одном растении составило от 37,2 до 50,2 шт. и количество семян в одном стручке – от 17,8 до 20,1 шт. В результате количество семян варьировало от 660 до 1000 штук на одном растении. При этом масса 1000 семян оставалась практически без изменений.

Данные, приведённые в таблице, показывают, что все испытываемые концентрации раствора увеличивали урожайность и качество получаемой продукции.

В результате двухлетних испытаний можно сделать вывод о том, что применение высококонцентрированного удобрения «Вуксал Борон» в вариантах с концентрацией раствора 5–10 л/га оказало положительное влияние на урожайность и качество семян ярового рапса. Прибавка урожая составила 2,4–3,6 ц/га или 9–11 % по отношению к контролю, содержание сырого жира в семенах рапса – 1,6–2,7 % соответственно. Количество общего азота варьировало в десятых долях процента в обработанных вариантах и составило 4,36–4,88 % по сравнению с контрольным вариантом – 4,03 %.

Литература

1. Тараненко В. В., Тараненко П. В., Антонова Л. А. Скрининг регуляторов роста риса // X Международная научно-практическая конференция «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем». Краснодар: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», 2018. С. 288–291.
2. Тараненко В. В. Урожайность сортов риса в зависимости от способов посева // Международная научная конференция. «Применение средств химизации – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранение плодородия почв». М.: ВНИИА имени Прянишникова Д. Н., 2004. С. 314–316.
3. Дядюченко Л. В., Тараненко В. В., Дмитриева И. Г. Разработка новых регуляторов роста сои // Политематический сетевой электронный журнал Куб ГАУ. 2018. № 140. С. 123–130. DOI: 10.21515/1990-4665-140-027.
4. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. // Под общ. ред. В. М. Лукомец В. М. Краснодар: ООО РИА «АлВи-дизайн», 2010. 327 с.
5. Руководство по проведению регистрационных испытаний регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание. М.: ФГБНУ «Росинформрагротех», 2016. 216 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос, 1979. 416 с.

UDC 633.853.493: 631.816.3

Taranenko V. V.

Effect of foliar fertilizing on the yield and quality of rapeseed

Summary. The aim of the research was to determine the effect of the highly concentrated fertilizer “Vuksal Boron” on the yield and quality of spring rape seeds. The surveys were carried out on the variety ‘Galant’ in the central zone of the Krasnodar Territory. As a result of two year trials, we found that 5–10 l/ha of “Vuksal Boron” positively affected the yield and seed quality of rapeseed. The yield increase was 2.4–3.6 kg/ha or 9–11 % compared to control; the crude fat content in rape seeds was 1.6–2.7%.

Keywords: spring rape, variety, fertilizer, yield, seed quality.

УДК 633.358

Турин Евгений Николаевич, Женченко Клара Готлибовна, Гонгало Анна Андреевна, Иванов Валерий Юрьевич, Караева Наталья Викторовна, Реент Валерий Владимирович

Результаты изучения системы земледелия прямого посева в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Крыма

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: turin_e@niishk.ru

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики любого государства, в том числе и России [1, 2]. Центральна степь Республики Крым является перспективной для внедрения системы земледелия (СЗ) прямого посева (ПП). Данная технология – это посев семян в необработанную почву путем нарезки бороздок нужной ширины и глубины. Главные принципы этой системы земледелия: постоянный растительный покров, минимальное механическое воздействие на почву и обязательное применение адаптированных плодосмен. При данной системе улучшается водно-воздушный режим почвы, растет содержание гумуса, существенно снижается водная и ветровые эрозии. Постоянный растительный покров улучшает микроклимат и условия для микро и мезофаун [3–6].

Плотность почвы (Пл. П) во многом определяет урожайность полевых растений. Она оказывает влияние на рост корневой системы, так как уплотненная почва является существенной преградой для проникновения корней [7]. В системе земледелия ПП Пл.П также, как и в традиционной системе (ТС) является важным параметром, так как почва не подвергается рыхлению механическими орудиями. Цель исследований – влияние различных СЗ на Пл. П чернозема южного в Центральной степи Крыма.

Стационар заложен в с. Клепинино Красногвардейского района Республики Крым (отдел полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма»). Данные представлены за 2019 г. Чернозем южный – почва опытного участка. Пл. П, в зависимости от времени года варьирует от 1,0 до 1,4 г/см³ [8]. Дисперсионный анализ проводился по Б.А. Доспехову [9].

По озимым культурам (возобновление весенней вегетации (ВВВ)) были получены следующие данные (таблица). Данные показывают, что в этот период по обеим СЗ Пл.П была одинакова, во всех изучаемых слоях, на озимой пшенице. В слоях 10–20 и 20–30 см почва переуплотнена как по ТС, так и по ПП. При изучении озимого ячменя установлено, что в слое 0–10 см Пл.П на 0,15 г/см³ по ПП достоверно меньше, чем по ТС. Ее значение составило по ПП 0,92 г/см³. Такая плотность чернозема южного, ниже единицы, говорит о чрезмерно рыхлом состоянии, что отрицательно может сказаться на водонакопительных и водоудерживающих свойствах, не способствует хорошему контакту семян с почвой и может отрицательно повлиять на их полевую всхожесть. Пл.П в слое 0–10 см по ТС находилась в оптимальных значениях. В слое 10–20 см при ПП почва плотнее на 0,13 г/см³ по сравнению с контролем и находилась не в оптимальных значениях для озимого ячменя. По ТС Пл.П в данном слое находится в оптимальных значениях. В слое 20–30 см почва переуплотнена по обеим системам СЗ. При ПП на 0,08 г/см³ больше, чем по ТС земледелия.

На яровых культурах получен следующий результат. В слоях 0–10 и 10–20 см Пл.П при ПП гороха посевного плотнее на 0,23 и 0,13 г/см³ в сравнении с черным паром. В слое 20–30 см Пл.П по обеим СЗ одинакова и находилась в переуплотнённом состоянии (горох посевной и пар чистый). При изучении делянок льна масличного было установлено, что в слое 0–10 см Пл.П больше по ТС на 0,3 г/см³, и почва незначительно переуплотнена, по ПП она находилась в оптимальных значениях. В слоях 10–20 и 20–30 см по системам СЗ отмечено переуплотнение почвы. Результаты изучения Пл.П на делянках сорго зернового показали, что в слое 0–10 см плотность

при ПП находилась в оптимальных значениях, а при ТС несколько разуплотнённая. В слоях 10–20 и 20–30 см по СЗ данный параметр был одинаков.

Таблица – Плотность почвы при разных системах земледелия, (озимые культуры в возобновление весенней вегетации; яровые культуры при посеве – 2019 г.)

Культура/пар	Плотность почвы в разных слоях, г/см ³					
	0–10 см		10–20 см		20–30 см	
	ТС	ПП	ТС	ПП	ТС	ПП
Горох/пар	0,97	1,20	1,34	1,38	1,55	1,49
НСР ₀₅	0,06		0,06		0,07	
Озимая пшеница	1,14	1,13	1,46	1,42	1,62	1,64
НСР ₀₅	0,04		0,05		0,06	
Лен	1,34	1,04	1,52	1,59	1,68	1,71
НСР ₀₅	0,07		0,08		0,08	
Озимый ячмень	1,07	0,92	1,30	1,43	1,43	1,51
НСР ₀₅	0,04		0,05		0,06	
Сорго	0,96	1,03	1,33	1,34	1,44	1,42
НСР ₀₅	0,05		0,04		0,05	

Несмотря на то, что в технологии без обработки почвы не происходит механического рыхления почвы, параметр плотности почвы, в слое 0–10 см, находится в оптимальных значениях (1–1,4 г/см³) для развития корневых систем изучаемых нами полевых культур. В слоях 10–20 см и 20–30 см почва в отчетном периоде несколько переуплотнена по обеим системам земледелия.

Литература

1. Адамень Ф.Ф., Плугатарь Ю.В., Рюмшин А.В. и др. Практическое руководство по выращиванию нута в Крыму (практические рекомендации). Симферополь: ИП Гальцева Н.А., 2018. 104 с.
2. Турина Е.Л., Турин Е.Н., Шестопапов М.В. Екологічне випробування сортів сої в умовах Криму // Тваринництво України. 2011. № 9(28). С. 34–37.
3. Экология Крыма. Угрозы устойчивому развитию. План действий. Симферополь: ИТ «Ариал», 2014. С. 92.
4. Проблемы и перспективы инновационного развития сельских территорий Крыма. Коллективная монография // Под ред. В.С. Паштецкого. Симферополь, Издательство: ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 252.
5. Мельничук Т. Н., Еговцева А. Ю., Абдурашитова Э. Р., Гонгало А. А., Турин Е. Н., Зубоченко А. А. Изменение состава микробиома чернозема южного при влиянии систем земледелия и микробных препаратов // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 4. С. 76–87.
6. Гонгало А.А., Турин Е.Н. Особенности технологии выращивания озимой пшеницы на черноземе южном мицелярно-карбонатном в Крыму по системе земледелия No-Till: система удобрения и уборка // VI Международная научно-практическая конференция молодых учёных «Перспективы развития науки и образования в современных экологических условиях». Солёное Займище, 2017. С. 178–182.
7. Полевые исследования свойств почв: учебное пособие к полевой практике // Под ред. М.А. Мазирова и др. // ВлГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. 72 с.
8. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышения их плодородия: справочное издание. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 2011. 315 с.

UDC 633.358

Turin E. N., Zhenchenko K. G., Gongalo A. A., Ivanov V. Yu., Karaeva N. V., Reent V. V.

The results of the study of the direct seeding in the Research Institute of Agriculture of Crimea

Summary. The research aimed to study the influence of different tillage-and-planting systems on the soil density of chernozem southern in the central steppe of the Crimea. The soil density is a very important parameter both in the direct seeding and conventional tillage since the no-tillage crop production system is that left soil undisturbed. The stationary experimental site is situated in the village of Klepinino Krasnogvardeyskiy district Republic of Crimea (Department of Field Crops, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”). This report

provides data for 2019. Even though the direct seeding does not include topsoil loosening, the soil density parameters are optimal (1-1.4 g/cm³) in the 0-10-centimeter layer for the development of the roots of the studied crops. In the 10-20 and 20-30 cm layers, the soil in the reporting period is a little over-compacted despite the farming system.

Keywords: conventional tillage, direct seeding, soil density.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-50

УДК 615.581.8

Фарманова Нодира Тахировна, Абдумажидова Истора Олимжон кизи
Элементный состав соцветий лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia* L.)

Ташкентский фармацевтический институт
e.mail:farmanovan70@mail.ru

В настоящее время эфиромасличные лекарственные растения широко применяют во многих отраслях отечественной фармацевтической промышленности и медицины. Особый интерес представляет лаванда узколистная, которая является одной из ведущих эфирномасличных культур. Издавна известно благоприятное воздействие лаванды на организм человека. Соцветия лаванды обладают антиспазматическим и седативным действиями, а эфирное масло является сильным антисептическим, бактерицидным и ранозаживляющим средством [1]. До настоящего времени не был изучен минеральный состав соцветий лаванды узколистной, выращенной в условиях Ташкентской области [2].

Целью настоящего исследования является изучение элементного состава соцветий лаванды узколистной.

Объектом исследования служили цветки лаванды узколистной, собранные в период полного цветения растения в 2018–2019 гг.

На исследование отбирали навески массой по 0,05 г (т.н.), которые поместили в термостойкие колбочки для разложения, добавили по 10 мл концентрированной азотной кислоты и по 2 мл перекиси водорода. Озоление вели путем кипячения растворов на плитке до полного разложения пробы и получения абсолютно прозрачного раствора. Затем полученные растворы количественно переносили в мерные колбы объемом 50 мл и объем доводили до метки 0,5% раствором азотной кислоты. Подготовленные пробы использовали для проведения ICP – масс спектрального анализа на приборе ICP-MS NEXION AT 7500, мощность плазмы – 1200 Вт, время интегрирования – 0,1 сек. Калибровку прибора и количественный расчет проводили на основании мультиэлементного калибровочного стандарта фирмы Agilent Technologies, 29 элемента.

В результате проведенного исследования установлен элементный состав соцветий лаванды узколистной (таблица).

Таблица – Содержание элементов в соцветиях лаванды узколистной

Элемент	Содержание, мг/кг	Элемент	Содержание, мг/кг
Серебро, Ag	0,074	Литий, Li	-0,109
Алюминий, Al	252,65	Магний, Mg	3659,96
Мышьяк, As	0,25	Натрий, Na	2398,97
Барий, Ba	83,84	Марганец, Mn	18,12
Бериллий, Be	0,001	Никель, Ni	5,17
Висмут, Bi	0,01	Рубидий, Rb	7,1
Кальций, Ca	11039,4	Селен, Se	0,162
Кадмий, Cd	0,059	Стронций, Sr	59,064
Кобальт, Co	0,436	Таллий, Tl	0,005
Хром, Cr	4,835	Уран, U	0,029

Мед, Cu	23,1	Ванадий, V	0,420
Железо, Fe	320,24	Цинк, Zn	34,38
Галлий, Ga	2,52	Цезий, Cs	0,031
Индий, In	0	Ртуть, Hg	-1,389
Калий, K	22360,9	Фосфор, P	7907,3

Таким образом, впервые исследован элементный состав сырья лаванды узколистной, выращенной в условиях Ташкентской области. Элементный состав соцветий лаванды узколистной представлен 30 элементами, которые имеют большую ценность для здоровья человека. Особенностью микроэлементного состава изучаемого отечественного сырья является высокое содержание К, Са, Р, Mg и Na.

Литература

1. Дунаевская Е.В., Работягов В.Д. Содержание некоторых эссенциальных элементов в сырье лавандина (*Lavandula hybrida* teverchon) коллекции Никитского ботанического сада // Бюллетень ГНБС. 2015. Вып.115. С. 37–41.
2. Dusmuratova F.M., Begmatova D.K. The ontogenesis of some types of Lamiaceae family and the seed productivity // International journal for innovative Research in Multidisciplinary field. India. 2019. Vol. 5. P. 232–236.
3. Putlakowska K., Kita A., Janoska P., Polowniak M., Kozik V. Multi-element analysis of mineral and trace elements in medicinal herbs and their infusions // Food chemistry. 2012. No. 135. P. 494–501.
4. Фарманова Н.Т., Хикматов Ш.И., Таирханова Л.П. Изучение минерального состава урологического сбора // Биомедицина и практика. 2019. № 2. С. 63–68.

UDC 615.581.8

Farmanova N. T., Abdumazhidova I. O.

Elementative composition of narrow-leaved lavender inflorescences (*Lavandula angustifolia* L.)

Summary. For the first time, the mineral composition of lavender inflorescences harvested in the Tashkent region by the method of ICP – mass spectral analysis was studied. It has been established that the elemental composition of narrow-leaved lavender inflorescences is represented by 30 elements. The prevailing components are potassium, calcium, phosphorus, magnesium and sodium.

Keywords: mineral composition, narrow-leaved lavender, inflorescences, mass spectral analysis, elements.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-51

УДК 595.782

Фролов Андрей Николаевич¹, Грушечая Инна Валентиновна¹, Конончук Анастасия Геннадьевна¹, Рябчинская Татьяна Алексеевна², Колесников Василий Борисович², Tóth Miklós³

Оценка эффективности мониторинга кукурузного мотылька с использованием бисексуальной приманки по данным испытаний на Кубани и в ЦЧР

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений МСХ РФ»;

³Институт защиты растений (Будапешт, Венгрия)

e-mail andrei_n_frolov@mail.ru

Кукурузный мотылек *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Crambidae) — опасный вредитель кукурузы и ряда других культур, для мониторинга которого обычно используют ловушки с синтетическими половыми феромонами [1, 2], аттрактивность которых нередко варьирует в широких пределах, что не обеспечивает надежности оценок численности вредителя [3–5].

Исследования, выполненные в Институте защиты растений (Будапешт, Венгрия), выявили высокую аттрактивность двух летучих семиохемиков кукурузы – фенилацетальдегида и 4-метокси-2-фенэтилового спирта для имаго вредителя [6],

которая была подтверждена полевыми испытаниями, проведенными в ряде европейских стран [7].

Цель работы – проведение пилотных испытаний технологии мониторинга кукурузного мотылька, основанной на использовании указанных выше семиохемиков.

Конические ловушки Csalomon® Varl+ с бисексуальной приманкой bisexlure (по 100 мг фенилацетальдегида и 4-метокси-2-фенетилового спирта в полиэтиленовом диспенсере) (производство Института защиты растений Венгерской академии наук, г. Будапешт) устанавливали на посевах кукурузы в период лёта имаго кукурузного мотылька (конец июня 2019 г.) в окрестностях п. Ботаника Гулькевичского района Краснодарского края и окрестностях п. ВНИИСС Рамонского района Воронежской области. В качестве стандарта использовали ловушки типа «Аттракон», снабженные диспенсерами из розовой резины с синтетическими феромонными композициями (по 100 мкг/диспенсер), активные в отношении Z (феромон состава 3:97 E/Z 11-14:OAc), E (99:1 E/Z 11-14:OAc) и ZE (65:35 E/Z 11-14:OAc) рас вредителя (производство АО «Щелково Агрохим», г. Москва).

Результаты испытаний представлены на рисунке.

Отловы имаго вредителя ловушками с половым феромоном существенно уступали в количественном отношении таковым в ловушки с семиохемиками – за учетный период в окр. пос. ВНИИСС на 1 ловушку в среднем было отловлено соответственно 0,67 и 11,0 особей (соотношение 1:16,5), а в окр. пос. Ботаника – 6,5 и 15,5 особей (1:2,4).

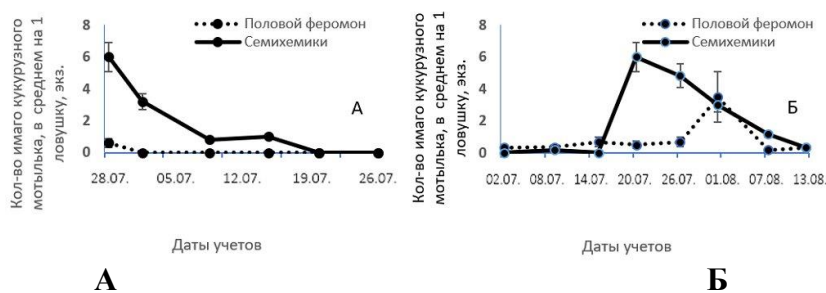


Рисунок – Динамика отлова имаго кукурузного мотылька на половой феромон расы Z ловушками «Аттракон» и на комбинацию семиохемиков в бисексуальной приманке ловушками Csalomon® Varl+ на посевах кукурузы в окрестностях п. ВНИИСС Рамонского района Воронежской области (А) и окрестностях п. Ботаника Гулькевичского района Краснодарского края (Б) в 2019 г.

В ловушки с половым феромоном привлекались исключительно самцы, причем аттрактивность проявлял лишь феромон, свойственный Z-расе вредителя. В ловушки с семиохемиками помимо самцов попадало немало самок (41,3 % в окрестностях п. ВНИИСС и 50,5 % в окрестностях п. Ботаника от общего числа пойманных имаго). В отличие от самцов самки несут значительно больше полезной для прогнозирования информации, так как по результатам их вскрытия можно оценить потенциальную способность насекомых к дальнейшей яйцекладке.

Таким образом, полученные в 2019 г. результаты подтверждают вывод [7] о перспективности семиохемиков для мониторинга кукурузного мотылька, особенно в северных очагах его вредоносности, где ловушки с половыми феромонами не обеспечивают надежного мониторинга вредителя.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-016-00128).

Литература

1. Laurent P., Frérot B. Monitoring of European corn borer with pheromone-baited traps: review of trapping system basics and remaining problems // Journal of economic entomology. 2007. Vol. 100. No. 6. P. 1797–1807.

2. Войняк В. И., Ковалев Б. Г. Эффективность половых феромонов вредителей кукурузы // Защита и карантин растений. 2010. № 7. С. 25–26.
3. Cizej R. M., Persolja J. The methods of monitoring and management the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) in Slovenian hop garden // Proceedings of the Scientific Commission “International Hop Growers' Convention”. Kiev, 2013. P. 69–72.
4. Sorenson C. E., Kennedy G. G., Schal C., Walgenbach J. F. Geographical variation in pheromone response of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae), in North Carolina: a 20-year perspective // Environmental entomology. 2005. Vol. 34. No. 5. P. 1057–1062.
5. Bažok R., Barèia J. I., Kos T., Èuljak T. G., Šiloviã M., Jelovèan S., Kozina A. Monitoring and efficacy of selected insecticides for European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hubn., Lepidoptera: Crambidae) control. // Journal of pest science. 2009. Vol. 82. No. 31. P. 311–319.
6. Tóth M., Szarukán I., Nagy A., Ábri T., Katona V., Kőrösi Sz., Nagy T., Szarvas Á., Koczor S. An improved female-targeted semiochemical lure for the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. // Acta phytopathologica et entomologica Hungarica. 2016. Vol. 51. P. 247–254.
7. Tóth M., Szarukán I., Nagy A., Furlan L., Benvegnù I., Cizej M.R., Ábri T., Kéki T., Kőrösi S., Pogonyi A., Tshova T., Velchev D., Atanasova D., Kurtulus A., Kaydan B. M., Signori A. European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lepidoptera: Crambidae): comparing the performance of a new bisexual lure with that of synthetic sex pheromone in five countries // Pest management science. 2017. Vol. 73. P. 2504–2508.

UDC 595.782

Frolov A. N., Grushevaya I. V., Kononchuk A. G., Ryabchinskaya T. A., Kolesnikov V. B., Tóth M.

Evaluation of the effectiveness of the European corn borer monitoring using bisexual lure based on tests results in the Kuban and the Central Black Earth Zone of Russia

Summary. During summer 2019, pilot tests were conducted in the Eastern part of the Krasnodar Krai and in the North of the Voronezh Region on two volatile semiochemicals of maize (phenylacetaldehyde and 4-methoxy-2-phenethyl alcohol) to monitor the European corn borer *Ostrinia nubilalis* number in comparison with sex pheromones. Traps with semiochemical lure caught significantly more pest adults than traps with sex pheromone – in the Voronezh Region by 16.5 times, and in the Krasnodar Krai by 2.4 times. At the same time, about half of the moths attracted by semiochemical lure were females, whose information value for forecasting is significantly higher than that of males. The results obtained indicate that semiochemical lure can be used for monitoring pests, especially in the Northern foci of its harm, where traps with sex pheromones cannot provide reliable monitoring of the insect.

Keywords: European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, monitoring, bisexual lure.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-52

УДК 632.4.01/.08:632.952:632.95.025.8

Якуба Галина Валентиновна, Астапчук Ирина Леонидовна, Насонов Андрей Иванович
Эффективность фунгицидов *in vitro* против некоторых видов рода *Fusarium* Link – возбудителей гнили сердцевины плодов яблони

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
e-mail: galyayaku@gmail.com

В промышленных садах яблони Краснодарского края в последнее десятилетие увеличилась распространенность и вредоносность гнили сердцевины плодов, расширился видовой состав патокомплекса возбудителей болезни, среди которых с 2018 г. преобладают виды рода *Fusarium* Link [1, 2]. На отдельных участках отмечено снижение эффективности фунгицидов, применяемых для контроля болезни. Цель исследования – определить эффективность фунгицидов химического происхождения *in vitro* против возбудителей гнили сердцевины плодов рода *Fusarium*. Материалы и методы работы. Посев культуры грибов был произведен на среду КГА (картофельно-глюкозный агар) в трехкратной повторности. Приготовлены смеси моноконидиальных изолятов *F. sporotrichioides* Sherb. и *F. semitectum* Berk. & Ravenel, выделенных из семенной камеры плодов яблони (второй вид выделен в 2019 г. впервые). Расчет концентрации

конидий и количества препарата на площадь одной чашки Петри производили по общепринятой методике [3]. Анализ влияния препаратов на количество колоний проводили спустя пять суток, на подавление роста культуры (воздушного мицелия) – спустя семь суток роста при 25 °С по общепринятой методике [4]. В работе тестировали препараты: «Хорус», ВДГ (750 г/кг ципродинила) из расчета 0,25 кг/1000 л воды, «Луна Транквилити», КС (125 г/л флуопирама + 375 г/л пириметанила) – 1,2 л/1000 л, «Грануфло», ВДГ (800 г/кг тирама) – 3,0 кг/1000 л; стандартом служил «Скор», КЭ (250 г/л дифеноконазола) – 0,35 л/1000 л, контролем – дистиллированная вода.

Все изученные фунгициды вызвали уменьшение количества образующихся колоний у обоих видов, которое отражает степень ингибирования прорастания спор препаратами. Максимальная биологическая эффективность на основе оценки числа колоний была отмечена для фунгицида-стандарта и «Луна Транквилити», СК (таблица). Однако уровень биологической эффективности был различен: более низкие значения были получены у всех фунгицидов, включая стандарт, для *F. sporotrichioides*; *F. semitectum* проявлял большую чувствительность ко всем тестируемым препаратам.

Ингибирование развития воздушного мицелия отмечено только в стандарте – для обоих видов и в варианте применения «Луна Транквилити», СК для *F. sporotrichioides*. При этом биологическая эффективность для *F. sporotrichioides* была выше у стандартного варианта (рисунок).

Таблица – Влияние фунгицидов на количество и рост колоний *F. sporotrichioides* и *F. semitectum* in vitro

Вариант опыта	<i>F. sporotrichioides</i>				<i>F. semitectum</i>			
	Количество колоний, шт.	БЭ*, %	Развитие воздушного мицелия, %	БЭ, %	Количество колоний, шт.	БЭ, %	Развитие воздушного мицелия, %	БЭ*, %
Контроль	345	-	100	-	158	-	100	-
«Хорус», ВДГ	336	2,6	100	0	118	25,3	100	0
«Луна Транквилити», КС	244	29,2	55	45,0	86	45,5	100	0
«Грануфло»	321	6,9	100	0	89	43,6	100	0
«Скор», КЭ стандарт	247	28,4	35	65,0	72	54,4	50	50,0
НСР ₀₅	2,3				1,7			

Примечание. * Биологическая эффективность.

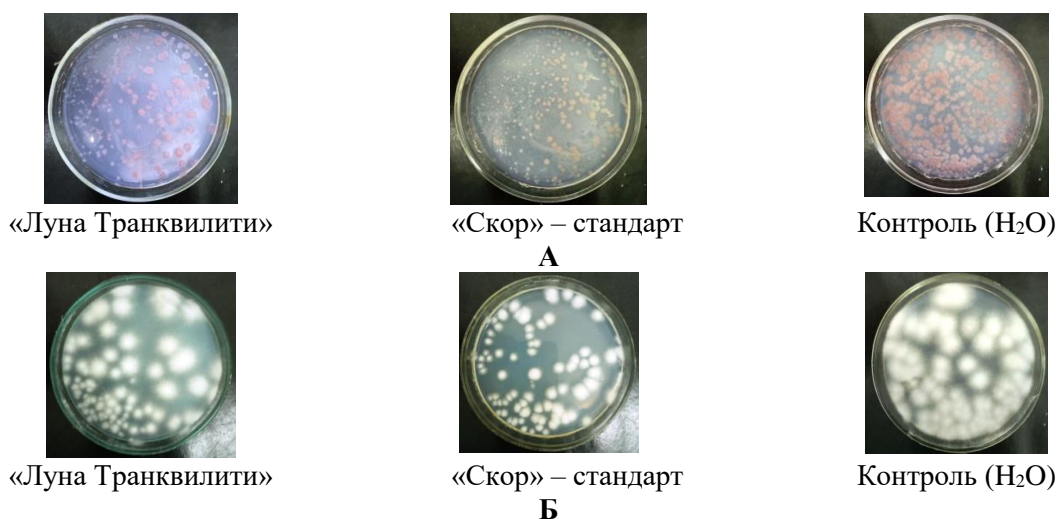


Рисунок – Влияние фунгицидов на *F. sporotrichioides* (А) и *F. semitectum* (Б) in vitro (5-е сутки)

Проведенное исследование показало низкую биологическую эффективность четырех фунгицидов химического происхождения для видов *F. sporotrichioides* и *F. semitectum*, возбудителей гнилей сердцевины плодов яблони, по двум культуральным характеристикам. Её значения, за единственным исключением, не превышали 50 %, а для некоторых фунгицидов по отдельным показателям эффективность отсутствовала. Отмечены видоспецифические реакции относительной чувствительности на химические препараты по разным показателям *in vitro*. Так, *F. semitectum* проявил более высокую относительную чувствительность по значению числа колоний, тогда как *F. sporotrichioides* – по степени развития воздушного мицелия. Данные исследования – это первая работа по оценке эффективности *in vitro* применяемых против гнили сердцевины фунгицидов.

Литература

1. Якуба Г. В., Мищенко И. Г. Распространение грибов рода *Fusarium* на плодовых культурах юга России // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 58. С. 206–211.
2. Якуба Г. В., Астапчук И. Л., Насонов А. И. Видовая структура комплекса микромицетов, возбудителей гнили сердцевины плодов яблони Краснодарского края // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 60 (6). С. 148–162. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-6-60-148-162.
3. Методика определения биологической эффективности фунгицидов в отношении грибов рода *Fusarium* и их резистентности к химическим препаратам // Под ред. В. В. Чекмарева и др. Тамбов: Принт-Сервис, 2015. 61 с.
4. Сеги Й. Методы почвенной микробиологии. М.: Колос, 1983. 168 с.

UDC 632.4.01/.08:632.952:632.95.025.8

Yakuba G. V., Astapchuk I. L., Nasonov A. I.

The effectiveness of fungicides *in vitro* against some species of the genus *Fusarium* Link – pathogens causing core rot of apple

Summary. The research aimed to determine *in vitro* effectiveness of fungicides of chemical origin against some species of the genus *Fusarium* Link – pathogens causing core rot of apple. The study showed low biological effectiveness of four fungicides against *F. sporotrichioides* and *F. semitectum*. The effect, with one exception, did not exceed 50%; some fungicides were ineffective. Species-specific reactions of relative sensitivity to chemical preparations for various *in vitro* indices were noted. Thus, *F. semitectum* showed a higher relative sensitivity in terms of the number of colonies; *F. sporotrichioides* – in the degree of development of aerial mycelium.

Keywords: apple tree, *Fusarium*, fruit core rot, fungicides.

Селекция и семеноводство

DOI 10.33952/2542-0720-20205-9-10-53

УДК 631.53.011: 633.111.1: 631.895

Архипов Михаил Вадимович^{1,2}, Прияткин Николай Сергеевич¹, Гусакова Людмила Петровна¹, Потрахов Николай Николаевич³, Щукина Полина Алексеевна¹, Рутковская Татьяна Сергеевна¹

Повышение эффективности оперативного контроля при экспертной оценке качества и биобезопасности семян и зерна

¹ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

e-mail: prini@mail.ru;

²ФГБНУ «Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения»

e-mail: szcentr@bk.ru;

³ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)»

e-mail: kzhamova@gmail.com

Разработка и усовершенствование физико-технического и информационного базиса в семеноводстве и зернопроизводстве требует новых методических и инструментальных решений, обеспечивающих оперативный контроль качества и биобезопасности семян и зерна и позволяющих перейти от прецизионных методов диагностики к массовому анализу степени кондиционности производственных партий зерна различного целевого назначения [1–3].

Суть этого подхода – в более глубоком изучении показателей качества зерна, отражающих как позитивные, так и негативные характеристики его структуры и влияющих на хозяйственную пригодность. Оперативный контроль в целях экспертной оценки количественных и качественных характеристик зерна на всех этапах его производства позволит изучить механизмы возникновения дефектов и отработать режимы технологий для минимизации доли структурных нарушений в производственных партиях зерна. Таким образом, удастся перейти от традиционных методов длительной оценки в лабораторных условиях к оперативному контролю посевных и технологических характеристик, что непосредственно важно для товаропроизводителей. Необходимость экспресс-досмотра качества и здоровья зерна диктуется еще тем важным обстоятельством, что сразу после уборки оценить степень хозяйственной пригодности партий зерна не представляется возможным из-за наличия послеуборочного дозревания. Важно и то, что несоблюдение при выращивании растений всего комплекса технологических требований может приводить к тому, что длительность периода дозаривания будет варьировать от полутора месяцев до полугода и более. И в этом случае оперативный контроль скрытой травмированности позволит дать более раннюю оценку пригодности свежееубранного зерна для тех или иных хозяйственных целей.

Цель работы – оценить эффективность рентгенографии при проведении экспертной оценки степени пригодности партии зерна для посевных или технологических целей с учётом возможности контроля в период послеуборочного дозревания.

Объектом исследований служили семена ячменя сорта Суздалец, полученные в Гатчинском и Всеволожском районах Ленобласти, а также семена пивоваренного ячменя из Морского порта Санкт-Петербурга. Структурную целостность зерновки и степень ее внутренней поврежденности оценивали на передвижной рентгенодиагностической установке ПРДУ-02(1) по методикам, описанным ранее [4–6]. Всхожесть определяли по ГОСТу 12038-84 [7].

Оперативный контроль хозяйственной пригодности партий семян был проведён на основе рентгеновского анализа семян ячменя сорта Суздавец через две недели после уборки. Установлено, что семена, полученные во Всеволожском районе, имеют суммарную величину скрытых дефектов 39%, тогда как в Гатчинском районе этот показатель существенно больше (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты рентгеновского анализа семян ячменя сорта Суздавец и их всхожесть

Вариант образца (район)	Типы внутренних дефектов семян, %			Всхожесть, %
	Трещиноватость	ЭМИС (энзимо-микозное истощение семян)	Скрытое прорастание	
Гатчинский	78±3	14±2	48±4	74±3
Всеволожский	24±3	9±1	6±2	89±4

Различия по показателям внутренней поврежденности семян, очевидно, явились одной из причин, которая обусловила через полгода ответственного хранения более высокий уровень показателя всхожести у менее дефектных семян.

Показано также, что согласно данным рентгеновского анализа, образцы семян партий пивоваренного ячменя, имеющие более низкий суммарный уровень внутренних дефектов (29%), обладают более высоким показателем прорастаемости по сравнению с таковым у партий высоко травмированных (70%) семян (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты рентгеновского анализа семян партий пивоваренного ячменя и их прорастаемости

Вариант образца (район)	Типы внутренних дефектов семян, %			Всхожесть, %
	Трещиноватость	ЭМИС (энзимо-микозное истощение семян)	Скрытое прорастание	
Волга-Балт	41±4	21±3	8±2	90±4
Виват	19±3	8±2	2±0,5	97±4

Как видно из таблицы, более высокую степень технологической ценности показали семена из партии с низкой травмированностью. Таким образом, полученные в этих экспериментах рентгенографические данные могут быть использованы в прогностических целях.

Рентгеновский анализ позволяет оперативно решать задачи по отбору партий зерна разного целевого назначения с минимальным уровнем скрытой травмированности и обладающих высокой степенью хозяйственной пригодности для посевных или технологических целей.

Особую ценность рентгеновский анализ представляет для проведения предварительной оценки качества и биобезопасности зерна непосредственно после уборки, когда традиционные методы не всегда применимы.

Литература

1. Архипов М.В., Потрахов Н.Н. Микрофокусная рентгенография растений. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 206 с.
2. Гусакова Л. П. Типы дефектов ячменя, выявляемые рентгенографическим методом, и их агробиологическое значение // Доклады РАСХН. 2004. № 6. С.15–17.
3. Архипов М.В., Прияткин Н.С., Гусакова Л.П. Выявление скрытой дефектности семян зерновых культур методом микрофокусной рентгенографии // Таврический вестник аграрной науки. 2018. №3 (15). С.8–14. DOI:10.25637/GVAN.1018.03.01.13.
4. Методика анализа семян. М., 1995. С. 76.
5. Архипов М.В., Гусакова Л.П., Великанов Л.П., Виличко А.К., Желудков А.Г., Алферов В.Б. Методика комплексной оценки биологической и хозяйственной пригодности семенного материала. СПб.: АФИ, 2019. 56 с.

6. Архипов М.В., Потрахов Н.Н., Прияткин Н.С., Гусакова Л.П., Щукина П.А., Борисова Н.Р. Неинвазивные технологии экспресс-оценки и отбора биологически полноценных семян для выращивания растительной продукции в вегетационно-облучательном оборудовании нового типа. Методические указания. СПб.: АФИ, 2013. 52 с.

7. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Издательство стандартов, 1985. 58 с.

UDC 631.53.011: 633.111.1: 631.895

Arkhipov M. V., Priyatkin N. S., Gusakova L. P., Potrakhov N. N., Shchukina P. A.,
Rutkovskaya T. S.

Improving the efficiency of operational control during the expert evaluation of the quality and biosafety of seed material and forage grain

Summary. The aim of this work was to assess the effectiveness of X-ray radiography when evaluating the suitability of batches of grain for sowing or technological purposes, taking into account the possibility to control them during the post-harvest ripening period. X-ray radiography allows solving the problem of choosing batches of grain for different purposes with a minimum level of hidden defects and a high degree of economic suitability for sowing or technological purposes. This technique is of particular value for conducting a preliminary assessment of the quality and biosafety of grain immediately after harvesting when traditional methods are not always applicable.

Keywords: X-ray radiography of seeds, quality of seed material and forage grain, hidden defects of caryopsis, barley grain.

DOI 10.33952/2542-0720-20205-9-10-54

УДК 575.162

Болдаков Дмитрий Максимович, Давоян Эдвард Румикович, Давоян Румик
Оганесович, Зубанова Юлия Сергеевна, Саушкина Анастасия Александровна

Поиск новых доноров устойчивости к стеблевой ржавчине в линиях мягкой пшеницы с генетическим материалом *Aegilops speltoides*

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»

e-mail: boldakov.dm@mail.ru

В 1999 г. в Уганде отмечено появление новой агрессивной расы стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f. *sp. tritici* Erik. et Henn Ug99), которая смогла поразить сорта пшеницы с эффективным ранее геном *Sr31*. Позже появились ее биотипы, поражающие сорта с генами *Sr24* (ТТКСТ) и *Sr36* (ТТТСК). Потери урожая при эпифитотии расы стеблевой ржавчины Ug99 на восприимчивых сортах достигали 80 % и более. К настоящему времени раса Ug99 распространена в странах Ближнего Востока и мигрирует к среднеазиатским странам, при этом возможно ее попадание и в Российскую Федерацию через Урал и Западную Сибирь. В связи с этим возникает необходимость поиска новых эффективных доноров устойчивости к данной болезни.

На сегодняшний день известно более 50 генов устойчивости к стеблевой ржавчине, при этом часть из них уже потеряли эффективность. По данным СИММИТ (СИММУТ), эффективность к расе Ug99 сохраняют гены *Sr28*, *Sr29*, *SrTmp*, *Sr2*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr22*, *Sr35*, *Sr36*, *Sr37*, *Sr32*, *Sr39*, *Sr47*, *Sr33*, *Sr45*, *Sr40*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr43*, *Sr44* и *Sr27* [7]. К большинству этих генов подобраны молекулярные маркеры, часть из которых используют в маркер-вспомогательной селекции (marker assisted selection – MAS).

Одним из ценных источников устойчивости к болезням, в том числе к стеблевой ржавчине, является *Aegilops speltoides*. От этого вида в мягкую пшеницу переданы гены *Sr32*, *Sr39* и *Sr47* [2, 4]. На основе применения методов хромосомной инженерии авторами создан ряд цитологически стабильных линий мягкой пшеницы с интрогрессиями от *Ae. speltoides*, характеризующихся высокой устойчивостью к

болезням, высоким содержанием белка и другими ценными признаками [1]. Предположительно, данные линии могут нести гены устойчивости к стеблевой ржавчине, переданные *Ae. speltoides*.

Цель исследования – изучение линий мягкой пшеницы на присутствие молекулярных маркеров, сцепленных с генами, детерминирующими устойчивость к стеблевой ржавчине *Sr39* и *Sr47*.

Объектом исследования служили 48 линий мягкой пшеницы с генетическим материалом *Ae. speltoides*. Все линии получены на основе синтетической формы Авродес (ABS) в отделе биотехнологии ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». ДНК выделяли из пяти-семидневных проростков растений пшеницы с помощью коммерческого набора «Сорб ГМО Б» фирмы «Синтол». Для обнаружения генов *Sr39* и *Sr47* применяли ПЦР с аллель-специфичными праймерами [5, 6].

Для идентификации гена *Sr39* применяли STS маркер *Sr39#50s*, при использовании которого амплифицируется фрагмент 167 п.н. в восприимчивых и два фрагмента (167 п.н. и около 180 п.н.) в гомозиготных резистентных образцах. Наличие диагностических для гена *Sr39* фрагментов выявлено в линиях 590, 591, 592, 594, 595, 596, 620, а также в синтетической форме Авродес (рисунок).

Идентификацию гена *Sr47* осуществляли с применением SSR маркера *Xgprw4043*. Данный маркер был выявлен в синтетической форме Авродес, однако не был идентифицирован в изучаемых линиях.

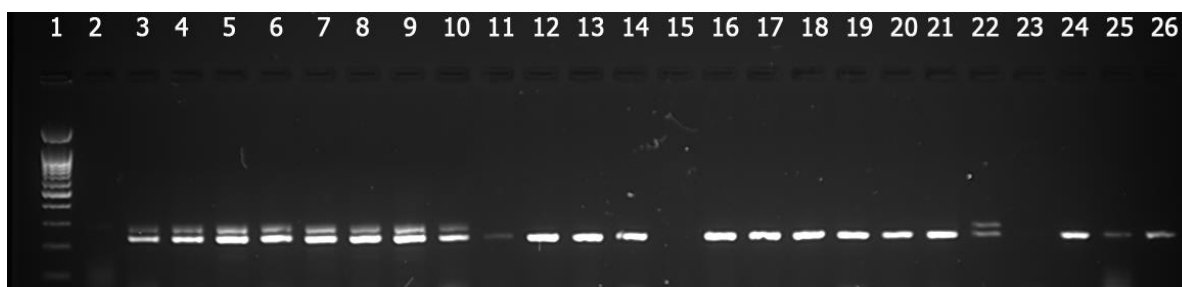


Рисунок – Продукты амплификации с использованием праймеров к маркеру *Sr39#50s*, сцепленному с геном устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr39*.

Примечание. 1 – маркер длины; 2 – H₂O; 3 – образец *Ae. speltoides* №1595(k+); 4 – Авродес; 5 – 26 линий мягкой пшеницы с генетическим материалом *Ae. speltoides*; 6-линия; 7-линия; 8-линия; 9-линия; 10-линия; 22-линия.

С применением ДНК-маркеров выявлено семь линий с геном *Sr39*. Отобранные линии могут быть использованы в качестве доноров устойчивости к стеблевой ржавчине. Кроме того, в одной транслокации с геном *Sr39* на расстоянии 3 сМ находится эффективный ген устойчивости *Lr35*, следовательно, отобранные линии также несут устойчивость и к листовой ржавчине.

Литература

1. Давоян Р. О., Бебякина И. В., Давоян О. Р. Передача устойчивости к болезням от диких сородичей мягкой пшеницы с использованием синтетических форм // Труды по прикладной ботанике, генетики и селекции. 2009. Т. 66. С. 519–523.
2. Faris J. D., Xu S. S., Cai X., Friesen T. L., Jin Y. Molecular and cytogenetic characterization of a durum wheat – *Aegilops speltoides* chromosome translocation conferring resistance to stem rust // Chromosome Research. 2008. Vol. 16. P. 1097–1105.
3. Jin Y., Szabo L. J., Rouse M. N., Fetch T. Jr., Pretorius Z. A., Wanyera R., Njau P. Detection of virulence to resistance gene *Sr36* within the TTKS race lineage of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* // Plant Dis. 2009. Vol. 93. P. 367–370.
4. Kerber E. R., Dyke P. L. Transfer to hexaploid wheat of linked genes for adult-plant leaf rust and seedling stem rust resistance from amphiploid of *Aegilops speltoides* x *Triticum monococcum* // Genome. 1990. No. 33. P. 530–537.

5. Klindworth D. L., Niu Z., Chao S., Friesen T. L., Faris J. D., Cai X., Xu S. S. Introgression and Characterization of a goatgrass gene for a high level of resistance to Ug99 stem rust in tetraploid wheat // *Genes, Genomes, Genetics*. 2012. Vol. 2. P. 665–673.

6. Labuschagne M. T., Pretorius Z. A., Grobbelaar B. The influence of leaf rust resistance genes *Lr29*, *Lr34*, *Lr35* and *Lr37* on bread making quality in wheat // *Euphytica*. 2002. Vol. 124. P. 65–70.

UDC 575.162

Boldakov D. M., Davoyan E. R., Davoyan R. O., Zubanova Yu. S., Sauschkina A. A.

Search of a new donors of resistance to stem rust in lines of common wheat with genetic material of *Agilops speltoides*

Summary. Scientific work is aimed at developing biotechnology for growing biologically safe products of *Linum usitatissimum* L. This research presents the study of the structure of microbocenosis in the rhizosphere of *Linum usitatissimum* L. under the influence of seed bacterization with new multifunctional cyanobacteria forms under conditions of southern Chernozem. In 2017, pre-sowing seed bacterization with strain *Nostoc linckia* 144 increased the number of aminotrophs by 1.4 times at the beginning of plant vegetation; in 2018 – by 3.3 times during their final stages of maturity. The number of micromycetes was tripled to the end of flax vegetation compared to control. In 2017, bacterization of seeds with a homogenate based on the strain *Nostoc linckia* 144 contributed to a 1.4-fold increase in the number of cellulose-decomposing microorganisms by the closing stages of the vegetation period.

Keywords: stem rust, Ug99, common wheat, molecular markers.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-55

УДК 631.527–635.615

Бочерова Ирина Николаевна, Малюева Светлана Викторовна

Селекция арбуза: результаты и перспектива

Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

e-mail: BBSOS34@yandex.ru

В селекции бахчевых культур одной из важнейших задач является выделение исходного материала для создания новых сортов и гибридов, обладающих целым рядом хозяйственно ценных признаков и адаптированных к стрессовым факторам среды [1].

Одним из направлений селекционной работы в бахчеводстве является создание сортов с высоким потенциалом продуктивности, способных успешно конкурировать по этому признаку с зарубежными аналогами. Кроме этого, следует учитывать, что современные отечественные сорта бахчевых культур обладают устойчивостью к биотическим и абиотическим условиям среды [2].

Селекционная работа начинается с создания модели сорта с учетом основных показателей. Для этого необходим подбор, оценка и изучения исходного материала, его генетического потенциала и гетерогенности исходных популяций, что и обеспечивает успех работы. При подборе и создания нового исходного материала, отвечающего поставленной задаче, селекционер выбирает образцы или формы, обладающие теми признаками, которые необходимы в данной экологической зоне [3].

Целью исследований является создание конкурентоспособных сортов арбуза среднего срока созревания с высоким содержанием сухого вещества, дружным созреванием плодов, высокой потенциальной урожайностью.

Для решения поставленной задачи был создан новый сорт арбуза Малахит среднего срока созревания и готовится к передаче в Государственное сортоиспытание новый перспективный сортообразец 705 среднего срока созревания.

Исследования проводили на Быковской бахчевой селекционной опытной станции в сравнении с лучшим районированным сортом (стандартом) Синчевский. В процессе

исследований проводили фенологические наблюдения по фазам роста и развития растений, учет урожая, полевой и биохимический анализ плодов [2]. Опыты закладывали в соответствии с методиками [4, 5]. Агротехника общепринятая для бахчевых культур.

В 2017 г. размножен и предан в Государственное сортоиспытание новый сорт арбуза Малахит. Малахит – сорт среднего срока созревания, вегетационный период составил 75–85 суток. Плоды цилиндрической формы, массой 10,0–14,0 кг. Окрас фона плода зеленый, рисунок – узкие зубчатые темно-зеленые полосы. Мякоть ярко-розовая, нежная. Содержание сухого вещества – 13,0–14,0 %. Семена черные, мелкие. Урожайность – 19,1–19,8 т/га. В 2020 г. готовится к передаче новый перспективный сортообразец 705. Сортообразец 705 – среднего срока созревания, вегетационный период – 85–87 суток. Плоды овальной формы, массой 8,0–12,0 кг. Окрас фона плода темно-зеленый, рисунок – шиповатые узкие полосы темнее фона. Мякоть розово-красная, нежная. Содержание сухого вещества – 12,0–15,0%. Семена черные, мелкие. Урожайность – 22,0–23,1 т/га (таблица).

Оценка результатов испытаний показала, что в 2018 г. оба сорта достоверно превысили стандартный сорт на 4,4 т/га (Малахит) и 6,6 т/га (сортообразец 705). В 2019 г. сорт Малахит уступил по урожайности стандарту на 3 т/га, а сортообразец 705 превысил стандарт на 1 т/га. Следовательно, сорт Малахит за два года по урожайности находился на уровне стандарта, а у сортообразца 705 есть превышения по данному показателю. Новый сорт Малахит может давать более высокий урожай, в благоприятные годы урожайность может достигать 20–22 т/га.

Таблица – Характеристика нового сорта арбуза Малахит сортообразца 705 (2018–2019 гг.)

Показатель	Новый сорт Малахит			Сортообразец 705			Стандарт - Синчевский			
	2018	2019	среднее	2018	2019	среднее	2018	2019	среднее	
Вегетационный период, сут.	80	83	81	85	82	83	80	80	80	
Урожайность, т/га	19,8	19,1	19,45	22,0	23,1	22,55	15,4	22,1	18,75	НСР ₀₅ – 1,0 т/га
Сухое вещество, %	12,6	10,8	11,7	12,4	10,2	11,3	12,0	10,0	11,0	НСР _{ср} – 0,37%
Общий сахар, %	10,0	10,0	10,0	11,35	9,15	10,25	11,35	9,15	10,25	НСР _{ср} – 0,37%
S _{ср.по урожай.} (2018) – 0,23 т/га; S _{ср.по урожай.} (2019) – 0,47 т/га										

Сорт Малахит и сортообразец 705 за 2018 и 2019 гг. по содержанию сухого вещества находились на уровне стандарта Синчевский.

Анализ биохимического состава плодов показал, что у стандарта наблюдалось варьирование по содержанию общего сахара, а у сорта Малахит, данный показатель был стабилен. Содержание общего сахара у сортообразца 705 за два года на уровне стандарта Синчевский.

В результате селекционной работы получены новые сорта арбуза: Малахит среднего срока созревания, урожайный, с отличными вкусовыми качествами отвечающий требованиям современного товаропроизводителя и сортообразец 705 среднего срока созревания, высокоурожайный, обладает хорошими хозяйственно – ценными признаками. Готовится к передаче в Государственное сортоиспытание.

Сорт арбуза Малахит и сортообразец 705 устойчивы к био- и абиотическим факторам среды.

Литература

1. Варивода Е. А., Малуева С. В., Вербицкая Л. Н. Использование генетических коллекций для создания новых сортов арбуза // Материалы IV международной научно- практической конференции: «Генофонд и селекция растений». Новосибирск, 2018. С. 62–65.

2. Малуева С. В., Варивода Е. А., Бочерова И. Н. Этапы процесса при создании сорта арбуза Малахит // Овощи России. 2019. № 2. С. 31–33.
3. Бочерова И. Н., Малуева С. В., Кузин А. Т. Этапы создания сорта арбуза Медунок // Материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Международного научно – практического форума, посвященного 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий. Т.1. Волгоград. 2019. С. 353–358.
4. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве М.: Россельхозакадемия, 2011. 125 с.
5. Фурса Т. Б. Селекция бахчевых культур. Методические указания. Л., 1988. 78 с.

UDC 631.527 - 635.615

Bocherova I. N., Malueva S. V.

Watermelon selection: results and prospects

Summary. The main direction of selective work in melon breeding is the creation of varieties with high productivity potential. The purpose of the research was to create a new variety of watermelon ‘Malachite’ and accession 705 that are resistant to biotic and abiotic environmental factors and possess a set of economically useful traits. The results of two-year research showed that in 2018, the variety ‘Malachite’ exceeded ‘Sinchevsky’ (standard) by 4.4 t/ha in yield; in 2019, the yield of ‘Malachite’ was 3 t/ha less than that of the standard one. During the two years, accession 705 exceeded standard one by 6.6 t/ha and 1 t/ha, respectively.

Keywords: watermelon selection, watermelon productivity, vegetation period, accession, variety, solids.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-56

УДК 631.527.5:[633.11.1+576.3+632.4]

Давоян Румик Оганесович, Бебякина Ирина Викторовна, Давоян Эдвард Румикович, Бибишев Владимир Александрович, Беспалова Людмила Андреевна, Пузырная Ольга Юрьевна

Использование синтетической формы *Triticum miguschovae* Zhir в селекции мягкой пшеницы

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»
e-mail: davoyanro@mail.ru

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из основных продовольственных культур. К числу наиболее важных задач селекции этой культуры относится создание сортов, устойчивых к различным неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды. Генетических ресурсов самой мягкой пшеницы недостаточно для решения этих проблем. Большой интерес в качестве источников хозяйственно ценных признаков представляют вид с геномом AAGG – *Triticum timopheevii* Zhuk. и его естественный мутант – *T. militinae*, а также *Aegilops tauschii* Coss. (DD) [1]. Целью исследований являлась передача ценных признаков и, в первую очередь, устойчивости к болезням от этих видов мягкой пшенице с использованием в качестве «генетического мостика» синтетической формы *T. miguschovae*, у которой к геномам AG от *T. militinae* добавлен геном D от *Ae. tauschii* [2]. Метод передачи – беккроссирование и отбор мейотически стабильных, интрогрессивных линий озимой мягкой пшеницы, характеризующихся устойчивостью к болезням, высоким содержанием белка и другими интересными для селекции морфо-биологическими признаками. Цитологические исследования базировались на изучении конъюгации хромосом в МI мейоза, дифференциальном окрашивании хромосом (C-banding) и флуоресцентной *in situ* гибридизации (FISH). Заражение и оценку устойчивости к болезням проводили по общепринятым методикам [3]. Содержание и качество белка и клейковины в линиях определяли в отделе технологии и биохимии зерна НЦЗ имени П. П. Лукьяненко.

В результате проведенных работ получено большое количество интрогрессивных линий озимой мягкой пшеницы [4]. Оценка 131 линии на устойчивость к бурой ржавчине, желтой ржавчине и мучнистой росе выявила линии, устойчивые одновременно к двум и трем болезням - 91 и 19 линий соответственно (таблица).

Таблица – Характеристика популяции линий *T. aestivum*, *T. miguschovae* по устойчивости к бурой, желтой ржавчинам и мучнистой росе (2019 г.)

Сорт-реципиент	Всего линий	Число устойчивых линий		
		к одной болезни	к двум болезням	к трем болезням
Безостая 1	35	9	21	5
Кавказ	44	6	29	9
Скифянка	52	13	44	5
Всего	131	28	94	19

Цитологический анализ показал, что большинство линий имеют стабильный мейоз (21^{II}). Передача генетического материала от *T. miguschovae* в мягкую пшеницу в основном происходит через транслокации, реже – через рекомбинации и замещения целых хромосом. Такая форма передачи, вероятно, связана с наличием у синтетика двух гомологичных (А и D) и одного частично гомологичного (G) с мягкой пшеницей геномов. Применение метода дифференциальной окраски хромосом (С-бендинг) позволило идентифицировать линии с транслокациями T2BL.2BS-2GL, 5BS.5BL-5GL, T6BS.6BL-6GL от *T. militinae* и замещенными хромосомами 1D(1D^t), 4D(4D^t), 5D(5D^t) и 6D(6D^t) от *Ae. tauschii*. При помощи ДНК-анализа установлено, что линии могут отличаться по генам устойчивости к бурой ржавчине от известных ранее переданных от *T. timopheevii* и *Ae. tauschii* генов *Lr39* и *Lr50*.

Полученные линии имеют большой полиморфизм и по другим признакам. Отобраны линии с высокими показателями белка (17–18 %). Анализ компонентного состава глина выявил линии, отличающиеся формуле глина от сортов-реципиентов. Линии отличаются между собой по таким морфо-биологическим признакам как форма колоса, форма листа, высота растения, цвет, осыпаемость зерна и др.

Таким образом, использование синтетической формы *T. miguschovae* позволило получить новый, генетически разнообразный материал мягкой пшеницы с такими ценными для селекции признаками диких родичей как устойчивость к болезням и высокое содержание белка. Они успешно используются в селекционной работе. С их участием получено пять сортов озимой мягкой пшеницы: Жировка, Фишт, Восторг, Гром и Баграт.

Литература

1. Friebe В., Jiang J., Raupp W.J., McIntosh R. A., Gill В. S. Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status // *Euphytica*. 1996. Vol. 91. P. 59–87.
2. Жиров Е. Г. Синтез новой гексаплоидной пшеницы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1980. Т. 68(1). С. 14–16.
3. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие // Под ред. Радченко Е. Е. М.: Россельхозакадемия, 2008. 416 с.
4. Давоян Р. О., Бебякина И. В., Давоян О. Р., Зинченко А. Н., Давоян Э. Р., Кравченко А. М., Зубанова Ю. С. Синтетические формы как основа для сохранения и использования генофонда диких сороричей мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16(1). С. 44–51.

UDC 631.527.5:[633.11.1+576.3+632.4]

Davoyan R. O., Bebyakina I. V., Davoyan E. R., Bibishev V. A., Bepalova L. A., Puzimaya O. Yu.

Use of synthetic form *Triticum miguschovae* Zhir in common wheat breeding

Summary. *T. miguschovae* (GGAADD) was used as a “genetic bridge” to transfer valuable traits to the common wheat instead *T. militina* and *Ae. tauschii*. Lines with resistance to leaf rust, yellow rust and powdery mildew, as well as with high protein content (17–18 %) were selected. The lines with translocation T2BL.2BS-2GL, 5BS.5BL-5GL,

T6BS.6BL-6GL and substitution of chromosomes 1D(1D^t), 4D(4D^t), 5D(5D^t), 6D(6D^t) were identified. DNA analysis revealed that the lines can carry leaf rust resistance genes that are different from the known *Lr39* and *Lr50*. Introgression lines have been successfully used in breeding. Five common winter wheat cultivars are developed.

Keywords: *T. aestivum*, *T. miguschovae*, wild relatives, synthetic form, introgression lines, resistance to disease, protein content, cytological analysis, DNA analysis.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-57

УДК 577.21:633.111.1

Давоян Эдвард Румикович, Беспалова Людмила Андреевна, Давоян Румик Оганесович, Агаева Елена Валентиновна, Миков Дмитрий Сергеевич, Болдаков Дмитрий Максимович, Зубанова Юлия Сергеевна, Худокормова Жанна Николаевна

Применение ДНК-маркеров в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к листовой ржавчине

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»
e-mail: davayan@rambler.ru

Молекулярные или ДНК-маркеры способны в значительной степени повысить эффективность идентификации и отбора большого количества генетического материала, предоставляя исходную информацию для понимания адаптивной ценности отдельных аллелей или их комбинаций в конкретных условиях культивирования мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) [4].

Одним из основных направлений отбора с применением молекулярных маркеров (MAS) в Краснодарском НЦЗ им. П. П. Лукьяненко является селекция на устойчивость к болезням, в частности к листовой ржавчине (*Puccinia triticina* Erikss.) – наиболее вредоносной и распространённой болезни мягкой пшеницы. Для эффективной и долгосрочной защиты растений от данной болезни предпочтительно использовать гены, определяющие разные механизмы устойчивости. На сегодняшний день в России перспективными для селекции по данному признаку являются высокоэффективные гены устойчивости к листовой ржавчине: *Lr24*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr39(41)*, *Lr47*, *Lr50* [2]. Стратегия пирамидирования этих генов с генами возрастной устойчивости *Lr22a*, *Lr35*, *Lr37*, *Lr48*, *Lr49*, а также в сочетании с генами, утратившими эффективность, позволит в значительной степени повысить генетическое разнообразие в сортах и адаптивность к популяции патогена.

Цель работы заключалась в изучении полученных селекционных линий на присутствие молекулярных маркеров, сцепленных с генами, детерминирующими устойчивость к листовой ржавчине: *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr37*, *Lr26* и отборе ценных для селекции генотипов.

Объектом исследования служили 277 линий мягкой пшеницы селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. ДНК выделяли из 5–7-дневных этиолированных проростков пшеницы по методу Плашке с соавторами [3]. Идентификацию *Lr*-генов осуществляли с использованием ПЦР с праймерами, маркирующими искомые гены.

Начиная с 2012 года в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале проводится передача эффективных в условиях Краснодарского края генов устойчивости к листовой ржавчине *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr37* в сорта мягкой пшеницы селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко. В рамках данного направления проводится: анализ исходного материала, маркерный отбор на целевые гены на всех этапах начиная с F₂, маркер опосредованный беккросс и пирамидирование генов. С применением молекулярных маркеров изучены линии КСИ-2 и КСИ-3 (конкурсное сортоиспытание) на присутствие маркеров, сцепленных с генами *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr37*, *Lr26* (таблица 1).

Таблица 1 – Изучение линий КСИ-2 и КСИ-3 на присутствие молекулярных маркеров, сцепленных с *Lr*-генами

Ген	<i>Lr9</i>	<i>Lr19</i>	<i>Lr24</i>	<i>Lr26</i>	<i>Lr37</i>
Число анализируемых образцов	277	277	277	277	277
Число образцов с геном	-	-	52	80	141

По результатам проведённого анализа выявлено 52 линии, несущих ген *Lr24*, 80 линий с геном *Lr26* и 141 линия с геном *Lr37*. Линии с генами *Lr9* и *Lr19* не идентифицированы.

Одним из важных преимуществ MAS является возможность применения ДНК-маркеров для создания пирамид генов. Например, для признаков устойчивости к грибным патогенам на основании фенотипических данных достаточно сложно идентифицировать растения, имеющие более одного гена устойчивости. В тоже время использование MAS для этой задачи позволяет выявлять растения, имеющие более одного гена устойчивости, а также позволяет отбирать генотипы, содержащие комбинации генов на ранних стадиях, например, в популяциях F₂ [1]. С применением молекулярных маркеров отобраны линии КСИ-2 и КСИ-3, несущие комбинацию генов устойчивости к листовой ржавчине (таблица 2).

Наличие комбинации генов *Lr37+Lr26* установлено у 31 линии. Комбинация генов *Lr24+Lr26* выявлена у 12 линий. Линия 125-15 Мс 2 несёт сочетание генов *Lr37+Lr24*. Пирамида из трёх генов обнаружена у линии 144-15 Мс 2.

Таблица 2 – Изучение линий КСИ-2 и КСИ-3 на присутствие комбинаций генов устойчивости к листовой ржавчине

Ген	Количество линий с геном
<i>Lr37+Lr26</i>	31
<i>Lr24+Lr26</i>	12
<i>Lr37+Lr24</i>	Линия 125-15 Мс 2
<i>Lr37+Lr24+Lr26</i>	Линия 144-15 Мс 2

Таким образом, использование молекулярных маркеров позволило выявить линии мягкой пшеницы, имеющие как единичные гены устойчивости *Lr24*, *Lr37*, *Lr26*, так и их комбинации. В настоящее время отобранные линии интенсивно вовлечены в селекционный процесс.

Литература

1. Беспалова Л. А., Васильев А. В., Аблова И. Б., Филобок В. А., Худокормова Ж. Н., Давоян Р. О., Давоян Э. Р., Карлов Г. И., Соловьев А. А., Дивашук М. Г., Майер Н. К., Дудников М. В., Мироненко Н. В., Баранова О. А. Применение молекулярных маркеров в селекции пшеницы в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 37–43.
2. Гультяева Е. И. Методы идентификации генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров и характеристика эффективности *Lr*-генов. СПб: РАСХН, отделение защиты растений, ГНУ ВНИИЗР, 2012. С. 59–60.
3. Plaschke J., Ganai M.W., Roder M.S. Detection of genetic diversity in closely related bread wheat using microsatellite markers // Theor. Appl. Genet. 1995. Vol. 91. P. 1001–1007.
4. Randhawa H. S., Asif M., Pozniak C., Clarke J. M., Graf R. J., Fox S. L., Humphreys D G., Knox R. E., De Pauw R. M., Singh A. K., Cuthbert R. D., Hucl P., Spaner D. Application of molecular markers to wheat breeding in Canada // Plant Breed. 2013. Vol. 132. No. 5. P. 458–471.

UDC 577.21:633.111.1

Davoyan E. R., Bepalova L. A., Davoyan R. O., Agaeva E.V., Mikov D. S., Boldakov D. M., Zubanova Yu. S., Khudokormova Zh.N.

Breeding of common wheat for leaf rust resistance using DNA markers

Summary. The article presents the results of the characterization of 277 lines of common wheat developed in the National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko

by the presence of molecular markers linked to leaf rust resistance genes Lr9, Lr19, Lr24, Lr37, Lr26. Lines with Lr9 and Lr19 were not identified. We detected 52 lines carrying Lr24; 80 lines with Lr26; 141 lines with Lr37. Lines carrying a combination of leaf rust resistance genes were selected using molecular markers. The presence of a combination of Lr37 + Lr26 was established in 31 lines. The combination of Lr24 + Lr26 was detected in 12 lines. Line 125-15 Ms 2 carries a combination of Lr37 + Lr24. A pyramid of three genes was found in the line 144-15 Ms 2. Currently, the selected lines are widely involved in the breeding process.

Keywords: common wheat, leaf rust resistance genes, molecular markers, marker-assisted selection.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-58

UDC 632.4.01

Dutbayev Ye. B.¹, Kuresbek A.², Sarbaev A. T.², Kuldybayev N. M.¹ Sultanova N. Zh.³

The impact of genotype and common bunt intensity on winter wheat productivity in Southeastern Kazakhstan

¹Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan;

²Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing, Almaty, Kazakhstan;

³Kazakh Research Institute of plant protection and Quarantine, Almaty, Kazakhstan
e-mail: edutbaev@mail.ru

Common bunt (CB) of winter wheat caused by *Tilletia tritici* and *T. laevis* is an important disease that occurs in all wheat-growing areas of the world and can cause yield losses up to 40-60% and more [1]. Bunt destroys the content of infected kernels, replaces them with the spores of the fungus. Infected plants are more susceptible than healthy ones to certain diseases and winter injury. Plants infected by CB fungi are several centimeters shorter, heads are slimmer, kernels are shorter and thicker than those of the normal plants. CB can be controlled by using smut-free seeds from resistant cultivar [1]. In our study we have evaluated the effect of five commercial genotypes and CB intensity to winter wheat yield parameters in Southeastern Kazakhstan.

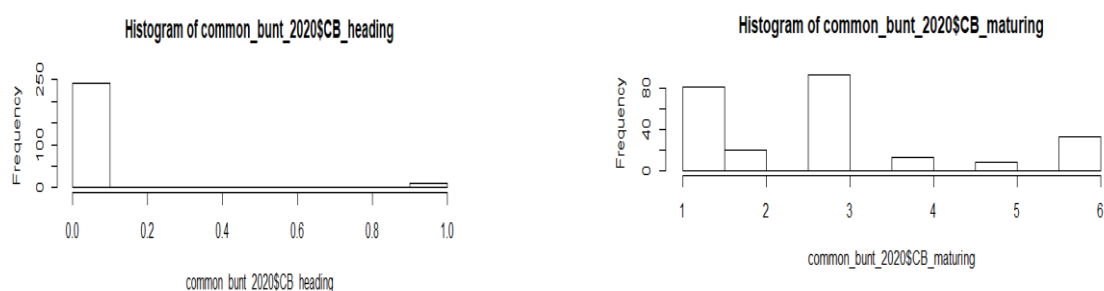
A field study with completely randomized design was conducted based on artificial background of five winter wheat genotypes ('Zhetisu', 'Farabi', 'Azharly', 'Steklovidnaya 24' and 'Naz') at Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing (Almaty, Kazakhstan) in 2016–2017. There were four replications of the experiment. The seeds were planted at a row spacing of 1 m and plant spacing of 10 cm. Statistical processing of data was performed using software R-studio [2]. A two-way analysis of variance (ANOVA) test was performed with two factors. Factor 1: winter wheat genotype, namely (1) – 'Zhetisu', (2) – 'Farabi', (3) – 'Azharly', (4) – 'Steklovidnaya 24', (5) – 'Naz'. Factor 2: common bunt intensity – 1 – (0) healthy plants, 2 – (1–10, low level of infecting), 3 – (11–20), 4 – (21–30), 5 – (31–40), 6 – (100%, great rate of infecting). The two-way ANOVA test was performed before and during experiment. As numerical variables were: 1 – stem length, cm; 2 – plant height, cm; 3 – peduncle length, cm; 4 – length of spike, cm; 5 – width of spike, cm; 6 – number of flowers; 7 – number of grains per spike; 8 – grain from one spike, gram; 9 – weight of grains, gram. The significance of all variables was evaluated with P-value by R Studio software [2].

In Kazakhstan main works on CB of winter wheat are focused on studying the evaluation of synthetic wheat for resistance [3, 4], identification of resistance carriers [5]. An alternative approach is necessary to evaluate the impact of commercial cultivars and CB intensity on winter wheat productivity in Southeastern Kazakhstan.

Our results have shown that CB disease on winter wheat started on flowering stage, however, the infection intensity was not significant among all genotypes (fig. 1). The CB was responsible for 0.4 to 32.3% yield losses, which in turn significantly correlated with the

susceptibility of winter wheat genotypes to CB. The yield losses were associated with disease intensity, stem length, plant height, peduncle length, length of spike, width of spike, number of flowers, number of grains per spike, weight of grains from plant affected by CB. Clusterization was performed based on winter wheat yield losses into two groups, including lowest losses (0.2 to 3.6 %) in ‘Zhetisu’, ‘Farabi’, ‘Azharly’ and ‘Steklovidnaya 24’ genotypes and the highest losses (32.3%) in ‘Naz’. 43.0 % of ‘Naz’ winter wheat cultivar was infected by CB at the highest level (100%) and gave no yield. 15% of ‘Zhetisu’ cultivar was infected on 11–20 %; 77% of ‘Farabi’ cultivar – 10–30%; 85% of ‘Azharly’ – 1–20%; 44% of ‘Steklovidnaya 24’ – 1–20%, respectively.

According to our results, CB was responsible for 0.4 to 32.3% yield losses, which in turn significantly correlated with the susceptibility of genotypes to CB. The losses were associated with disease intensity, stem length, plant height, peduncle length, length of spike, width of spike, number of flowers, number of grains per spike, weight of grains from plant affected by CB. Thus, ‘Zhetisu’, ‘Farabi’, ‘Azharly’ and ‘Steklovidnaya 24’ demonstrated the lowest losses (0.2 to 3.6%), however, ‘Naz’ demonstrated the highest ones – 32.3%.



A – winter wheat flowering stage

B – winter wheat maturing stage

Figure 1 – The general distribution of common bunt intensity on genotypes of winter wheat (Kazakh Research institute of farming and plant growing during 2016-2017 growing seasons, Almaty oblast).

References

1. Agrios G. N. Plant diseases caused by fungi // Plant pathology. 5th Edition. University of Florida, Gainesville, U.S.A, 2005. 924 p.
2. Aphalo P. J. OpenIntro Statistics, by David M. Diez, Christopher D. Barr and Mine Cetinkaya-Rundel // UV4 Plants Bulletin. 2017. Vol. 2016. No. 2. P. 51–53. DOI: 10.19232/uv4pb.2016.2.90.
3. Morgounov A., Abugalieva A., Akan K., Akın B., Baenziger S., Bhatta M., Erginbaş-Orakci G. High-yielding winter synthetic hexaploid wheats resistant to multiple diseases and pests // Plant Genetic Resources. 2018. Vol. 16. No. 3. P. 273–278. DOI: 10.1017/S147926211700017X.
4. Suleymanova G. Evaluation of synthetic wheat for resistance to Common Bunt // XXI International Workshop on Smuts and Bunts. Book of Abstracts. Turkey, Izmir, 2016. P. 51.
5. Madenova A. K., Atishova M. N., Kokhmetova A. M., Galymbek K., Yernazarova G. I. Identification of carriers of resistance to common bunt (*Tilletia caries*) of winter wheat // Research on Crops. 2019. Vol. 20. No. 4. P. 782–790. DOI: 10.31830/2348-7542.2019.115.

УДК 632.4.01

Дутбаев Ерлан Бозанбайулы, Куресбек Алтынбек, Сарбаев Амангельды Таскалиевич,
Кулдыбаев Нурлан Мэлисович, Султанова Надира Жумахановна

Влияние факторов сорта и интенсивности развития твердой головки на продуктивность озимой пшеницы в юго-восточном Казахстане

Аннотация. Твердая головня на озимой пшенице вызывается грибами *Tilletia tritici* и *T. laevis* и может вызывать потери урожая от 30% и более. Исследования проводились в 2016–2017 гг. на 5 коммерческих сортах озимой пшеницы на

площадках Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства. С помощью статистической программы R установлено, что урожай зерна от твердой головни снижался на 0,4–32,3%, а на урожайность растений оказывали влияние факторы сорта и степени их пораженности болезнью. Эти показатели коррелировали с высотой растений, нижнего колена, длиной и шириной колоса, количеством колосков, весом зерна с колоса и с растения. У четырех сортов потери урожая зерна (Жетысу, Фараби, Ажарлы и Стекловидная 24) составили от 0,2 до 3,6 %, а у сорта Наз эти показатели были в пределах 32,3 %. У сорта Наз 43,0 % растений были поражены твердой головней на 100 %, у Жетысу, Фараби, Ажарлы и Стекловидная 24 поражено до 15, 77, 85, 44 % растений соответственно, с уровнем пораженности от 10 до 20–30 %.

Ключевые слова: сорт, твердая головня, озимая пшеница, потери зерна, степень пораженности, значимость.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-59

УДК 643.7:631.527

Евтушенко Надежда Степановна

Перспективные сеянцы крыжовника для Среднего Урала

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН»

e-mail: Evtush60@yandex.ru

Крыжовник является традиционной русской культурой, которую использовали в нашей стране для промышленного возделывания с достаточно высокой доходностью [1, 2]. Для возобновления товарного ягодоводства в настоящее время, прежде всего, необходим надежный сортимент.

На Свердловской селекционной станции садоводства с начала ее образования (1935 г.) проводили сбор местных образцов крыжовника, которые после сортоизучения приобретали статус сортов (Агалакова вишневый, Андреева № 1, Свердловский, Челябинский зеленый), а затем их включали в стандартный сортимент по Уральскому региону, либо использовали в селекции. В 60-х гг. прошлого века получена целая серия местных сортов крыжовника – Уктусский белый, Октябренок, Совхозный, Северянин, Уральский виноград и другие, часть из которых в разные годы была районирована, а последние два и на сегодня не потеряли актуальности [3]. С того времени районированный сортимент крыжовника Свердловской области местными сортами не пополнялся.

Цель нашей работы – получение сортов крыжовника, сочетающих в себе высокий уровень хозяйственно полезных признаков с хорошей адаптацией к агроклиматическим условиям Среднего Урала, стрессовый фактор которых в последние десятилетия усилился. В скрещивания включали интродуцированные сорта российской и зарубежной селекции – сложные межвидовые гибриды, а также местные сорта и сеянцы. Лучшие гибридные сеянцы были высажены на участок сортоизучения с почвами естественного плодородия, без полива.

Исследования проводили на уникальной научной установке коллекции живых растений открытого грунта «Генофонд плодовых, ягодных и декоративных культур на Среднем Урале», г. Екатеринбург, в рамках выполнения Государственного задания Министерства образования и науки России по теме «Разработка и совершенствование методов селекционной работы, создание исходного материала и адаптивных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных, декоративных культур и картофеля» (№ 0773-2019-0022). Учеты и наблюдения выполнены в 2016–2019 гг. по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [4]. Y – индекс устойчивости продуктивности.

В таблице приведены результаты изучения сеянцев крыжовника за четыре года, характеризовавшиеся контрастными погодными условиями: жарким и засушливым летом в 2016 г., прохладным и переувлажненным вегетационным периодом 2017 г., ранней зимой, вызвавшей нарушение процессов закалки растений (осень 2017 г.), низкими зимними температурами (–35 °С, декабрь 2016 г.), ранними осенними (–32,5°С, ноябрь 2016 г.) или поздними зимними морозами (–33,0 °С, февраль 2019 г.), а также заморозками в период цветения (–4,5°С, 2017 г.).

В сложных агроклиматических условиях все сеянцы, кроме П-12-4, показали хорошую зимостойкость. Продуктивность в первые годы плодоношения зависела не только от устойчивости к климатическим условиям, но и от интенсивности роста кустов, срока вступления в фазу плодоношения и плодородия почвы. У большинства сеянцев она была существенно выше контрольного сорта. У сеянцев I-10-3-13-05, I-4-2-2-05, П-7-7,8 и П-10-4 средняя продуктивность составила от 1,0 кг с куста, у остальных, кроме сеянца П-12-4, достигла промышленно значимого уровня. Высокой устойчивостью продуктивности по годам характеризовались сеянцы I-4-2-2-05 и П-10-4. У большинства сеянцев в 2017 г. проявилась генетически заложенная крупноплодность. К стабильно крупноплодным можно отнести сеянец П-10-4. Все сеянцы показали хороший вкус, варьировавший в зависимости от погодных условий. Большинство сеянцев устойчиво к патогенам рода *Sphaerotheca*. По результатам изучения сеянец П-7-7,8 в 2019 г. передан на Госсортиспытание.

Таблица – Результаты изучения перспективных сеянцев крыжовника, 2016-2019 гг.

Сеянец	Степень подмерзания, балл		Продуктивность, кг/куст	У	Масса плода, г		Вариации вкуса, балл	Максимальный балл поражения сферотекой	Шиповатость
	средняя	макс.			средняя	макс.			
Посадка 2012 г.									
Уральский виноград (контроль)	0,8	1,0	0,7	0,61	3,4	7,8	4,2-4,6	1,0	сильная
I-10-3-13-05	1,2	2,2	1,2	0,40	3,2	3,8	4,1-4,2	1,0	сильная
П-7-7,8	0,7	1,1	1,0	0,57	3,6	7,9	4,2-4,5	0	сильная
I-9-3-51-05	1,0	1,6	0,9	0,50	3,5	6,8	4,3-4,6	0	средняя
НСР ₀₅			0,19						
Посадка 2013 г.									
I-4-2-2-05	1,4	1,7	1,1	0,85	3,2	4,8	4,3-4,5	0	сильная
П-10-4	0,8	1,5	1,0	0,80	5,0	9,0	4,2-4,6	2,0	сильная
I-2-41	0,8	1,0	0,7	0,41	3,1	5,4	4,2-4,5	1,0	средняя
I-7-21	0,6	1,5	0,6	0,42	3,7	7,2	4,2-4,4	0	средняя
П-12-4	1,6	4,0	0,2	0,14	4,0	6,8	4,2-4,6	0	сильная

Примечание. Схема посадки – 3 × 1 м.

Демидовский (П-7-7,8) – Свердловский × Розовый ранний. Сорт раннего срока созревания. Зимостойкий, урожайный. Куст среднерослый, средне- или слабораскидистый, средней густоты, побеги шиповатые. Шипы одиночные, редко двойные, к верхушке могут пропадать. Ягоды среднего размера (3,6 г), с редкими волосками, красные, очень хорошего богатого вкуса, созревают одновременно, не осыпаются. Кожица плотная. Пятнистостями поражается в средней степени. Сферотеки не отмечалось. Химический состав плодов: аскорбиновая кислота – 54,5 мг %, СРВ – 16,2 %, сумма сахаров – 8,0 %, общая кислотность – 1,3 %, катехины – 338 мг %, антоцианы – 8,13 мг %. Сорт очень отзывчив на плодородие почвы и увлажнение.

Литература

1. Сальников В. В. 25 лет работы станции по садоводству // Сборник статей по садоводству. 1960. С. 3–11.

2. Левитин Х. З. Улучшение сортимента смородины и крыжовника для Среднего и Северного Урала // Информационный бюллетень. 1958. С. 42–54.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С.415.
4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур // Под ред. Седова Е. Н. и Огольцовой Т. П. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 351–372.

UDC 634.7:631.527

Evtushenko N. S.

The best gooseberry varieties for the Middle Urals

Summary. The results of the study of eight selected and elite gooseberry seedlings in the Middle Urals are represented in this article. All seedlings, with the exception of П-12-4, are winter-hardy. The hybrids П-7-7,8 and П-10-4 have the maximum berry weight (7.9–9.0 g). In 2019, variety ‘Demidovsky’ (П-7-7,8) was accepted to State Variety Testing program.

Keywords: gooseberry, varieties, winter hardiness, productivity, berry size, disease resistance.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-60

УДК 631.52:633.853.52

Зима Дмитрий Евгеньевич, Кочегура Александр Васильевич

Перспективы селекции сои на повышенный процент белка в семенах

ООО Компания «СОКО»

e-mail: zde@co-ko.ru

В последние годы перерабатывающие предприятия Российской Федерации повысили требования к содержанию белка в семенах сои, что в свою очередь стимулировало корректировку селекционных программ в плане улучшения биохимических показателей семян сои. Многочисленные данные показывают наличие отрицательной взаимосвязи между содержанием белка в семенах и урожайностью. Однако практические результаты селекции сои свидетельствуют о возможности сочетания урожайности семян с повышенным процентом в них белка [2–4]. Подтверждением вышесказанному является то, что в настоящее время в производстве появляются отечественные и иностранные сорта сои с повышенным содержанием белка в семенах.

Цель исследований заключалась в выявлении перспектив селекции сои на повышение процента белка в семенах.

Исследования проведены в 2017–2019 гг. на селекционном материале ООО Компании «СОКО» в Динском районе Краснодарского края. Для анализа были использованы сорта предварительного испытания, линии селекционного питомника и коллекционные сортообразцы. Проведение полевых исследований осуществляли в соответствии с методическими указаниями [1]. Полученные семена очищали, взвешивали и определяли их влажность. Биохимический состав семян определяли на спектрометре БЛИК-области FT-NIR «TANGO». Процент белка представлен в пересчете на абсолютно сухое вещество.

Анализ широко используемых в производстве сортов сои селекции Компании «СОКО» показывает небольшое их разнообразие по проценту белка в семенах (таблица). В среднем за три года признак варьировал в диапазоне от 38,6 до 41,4 %, при этом разница между крайними значениями составила всего 2,8 %. Максимальное количество белка в семенах (41,4 %) накопили скороспелые сорта Бара и Арлета. Среднее содержание протеина сформировали раннеспелые сорта Селекта 201 и СК Оптима (39,5 и 40,1% соответственно), а наименьшим количеством белка в семенах отличились скороспелый сорт Спарта и среднеспелый сорт Селекта 302 (по 38,6 %). В целом по всем возделываемым в производстве сортам содержание белка составило 39,9 %.

Таблица – Анализ сортов сои селекции Компании «СОКО» по содержанию белка в семенах (2017–2019 гг.)

Сорт	Содержание белка, %			Среднее
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Бара	43,6	40,5	40,2	41,4
Арлета	42,1	42,4	39,8	41,4
Спарга	40,1	39,8	35,9	38,6
Селекта-201	42,1	37,9	38,6	39,5
СК Оптима	41,5	37,9	41,0	40,1
Селекта-302	41,2	35,4	39,1	38,6
Среднее	41,7	38,9	39,1	39,9

В процессе изучения коллекционных сортообразцов сои был установлен значительно более высокий диапазон изменчивости признака, составивший 9,9 %. Большое разнообразие коллекционных сортообразцов по белку связано как с их генетическими особенностями, так и со специфической реакцией на условия центральной зоны Краснодарского края, в том числе за счёт плохой адаптивности. У отдельных сортообразцов зарубежной селекции содержание белка в семенах достигало 46,7 %. Среди отечественных сортов максимальное содержание белка в семенах составило 46,0 %.

Сортообразцы сои с повышенным содержанием белка являются ценными источниками признака и могут быть использованы для создания высокоурожайных сортов с улучшенным биохимическим составом. Наиболее перспективными исходными формами для селекции являются Зельда, Ирбис, Sforza, Сантана и Веста, накапливающие в семенах от 44,3 % до 46,7 % белка. Анализ имеющегося селекционного материала Компании «СОКО» в различных питомниках позволил выделить высокоурожайные линии сои с улучшенным биохимическим составом. Так, у отдельных линий сои в селекционном питомнике содержание белка в семенах достигало 47,6 %, при этом урожайность составляла 22,4 ц/га. Такое количество белка наблюдалось у линий, в происхождении которых участвовали высокобелковые источники. Вместе с этим, при анализе предварительного сортоиспытания выявлены сорта, превышающие стандарты по содержанию белка в семенах на 3,3 %, при этом в их происхождении не участвовали источники повышенного процента белка.

Содержание белка в семенах широко возделываемых в производстве сортов сои Компании «СОКО» варьирует от 38,6 до 41,4 % при среднем значении 39,9 %, при этом существуют сортообразцы, у которых уровень признака достигает 46,0-46,7 %. Ценным исходным материалом для селекции являются сортообразцы Зельда, Ирбис, Sforza, Сантана и Веста, накапливающие в семенах от 44,3 % до 46,7 % белка. При использовании высокобелковых источников сои в Компании «СОКО» получены линии с содержанием белка в семенах 47,6 % и урожайностью 22,4 ц/га.

Литература

1. Доспехов Б. А., Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
2. Кочегура А. В., Зеленцов С. В., Мошненко Е. В., Петибская В. С. Селекционно-генетическое улучшение сои по биохимическим признакам семян // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2005. № 2 (133). С. 36–47.
3. Кочегура А. В., Петибская В. С., Зеленцов С. В., Шабалта О. М., Каленов П. А. Повышение кормовой и пищевой ценности зерна сои методами селекции // Научно-технический бюллетень. 1996. Вып. 117. С. 78–83.
4. Сингх Г. Соя: биология, производство, использование. Киев: ИД «Зерно», 2014. 656 с.

UDC 631.52: 633.853.52

Zima D. E., Kochegura A. V.

Prospects for soybean selection for an increased percentage of protein in seeds

Summary. The article presents the results of a three-year evaluation of soybean varieties, breeding lines, as well as collection varieties of diverse origin cultivated in

production and preliminary variety testing plots. The maximum protein content in the seeds of varieties approved for cultivation was 41.4 % with an average value of 39.9 %. A significantly higher range of trait variability (9.9 %) was found in the soybean collection. Promising initial forms for breeding are variety specimens 'Zelda', 'Irbis', 'Sforza', 'Santana' and 'Vesta'. They accumulate 44.3 % to 46.7 % of protein in seeds.

Keywords: soybean, selection, protein content, seeds, biochemical analysis.

DOI 10.33952/2542-0720-20205-9-10-61

УДК 633.81:631.52

Золотилова Ольга Михайловна¹, Невкрытая Наталья Владимировна¹, Коротких Ирина Николаевна², Аникина Анна Юрьевна³

Сравнительное испытание фенхеля обыкновенного сорта Оксамит Крыма в разных экологических зонах

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»;

³Северо-Кавказский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»

e-mail: olya_zolotilova@mail.ru

Экологическое испытание разных сельскохозяйственных культур проводится с целью определения оптимальных регионов их возделывания. Для этого изучают показатели продуктивности культур в разных экологических зонах [1].

Цель данной работы – сравнительное изучение показателей продуктивности фенхеля обыкновенного сорта Оксамит Крыма при выращивании в трех регионах: Предгорье Крыма, Центральный регион Нечерноземной зоны РФ (Подмосковье) и Западное Предкавказье (Краснодарский край). Климат всех регионов умеренно-континентальный, но имеются отличия по метео- и почвенным условиям.

Фенхель обыкновенный *Foeniculum vulgare* Mill. (семейство Сельдерейные Ариасеае) – многолетнее травянистое растение, высота которого может достигать 2 м. Возделывается, главным образом, для получения эфирного масла, которое выделяют из плодов и зеленой массы растения. Основным компонентом эфирного масла фенхеля является анетол (60-80 %). [2].

Исследования проводили в 2017–2019 гг. на растениях первого года вегетации. Для посева во всех регионах использовали оригинальные семена, выращенные в ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». Длина учетной делянки – 1 м. Ширина междурядий 0,6 м. На делянке высевали по 100 шт. семян. Количество растений на момент учета – 45–55 шт. Повторность опыта трехкратная. Учет показателей проведен в период созревания плодов в соответствии с методическими рекомендациями [3]. Биохимический анализ семян из всех регионов по содержанию и компонентному составу эфирного масла проведен в ФГБУН «НИИСХ Крыма» [4].

Выполнена статистическая обработка полученных данных с использованием пакета программ Microsoft Excel [5].

Подмосковье – регион с наиболее низким температурным режимом, где сумма активных температур ниже более чем в два раза чем в других регионах. По годовой сумме осадков Предгорье Крыма уступает и Подмосковью, и Краснодарскому краю.

Существенные различия имеют почвы экспериментальных участков регионов исследования. По типу – это черноземы: южные карбонатные в Крыму, выщелоченные в Краснодарском крае и дерново-подзолистые в Подмосковье. Наиболее богата гумусом почва опытного участка в Краснодарском крае (среднее содержание – 3,7 %). Почва слабокислая, pH – 5,9. Более бедные почвы участков в Крыму и Подмосковье (среднее содержание – 2,35 и 2,55 %, соответственно). Почва в Крыму – слабощелочная, (pH – 8,0, в среднем), в Подмосковье – кислая (pH – 4,6, в среднем).

Температурный режим в период активной вегетации растений довольно значительно различался в разные годы и по регионам проведения исследований. Как и следовало ожидать, исходя из общей характеристики регионов, самые высокие температуры отмечены за все годы наблюдений в Краснодарском крае, а самые низкие – в Подмосковье. Также, соответственно характеристике регионов, были отмечены различия в количестве осадков. Наиболее жарким и засушливым во всех регионах оказался 2018 г.

Особенности метеоусловий в регионах в годы проведения исследований отразились на характере проявления морфо-биологических параметров и показателей продуктивности изучаемого сорта.

В условиях Подмосковья завязываемость и урожайность плодов у этого сорта была очень низкой из-за малого количества опылителей, поскольку цветение проходило в сентябре при низких положительных температурах +10+12 °С, а пчёлы вылетают при температуре выше +14 °С. В Крыму период цветения в 2019 г. совпал с обильными дождями в июле и плоды не завязались.

Характеристика показателей сорта в разных регионах приведена в таблице.

Таблица – Характеристика морфо-биологических показателей и параметров продуктивности фенхеля обыкновенного сорта Оксамит Крыма, 2017–2019 г.

Год	Высота растений, см	Количество продуктивных соцветий, шт.	Урожайность плодов, ц/га	Массовая доля эфирного масла в плодах, %		Содержание анетола в эфирном масле, %	Сбор масла из плодов, кг/га
				от сырой массы	от абс. сухой массы		
Крым. Предгорная зона							
2017	129,5±0,8	7,3±0,1	16,3±1,5	6,63±0,40	7,68± 0,46	73,9±0,2	10,8±0,9
2018	55,3±2,4	3,4±0,1	3,2±0,1	5,43± 0,07	6,04± 0,07	69,9±0,2	1,7±0,1
2019	90,7±2,0	5,7±0,4	-	-	-	-	-
среднее	91,8±21,4	5,5±1,1	9,8±6,5	6,03±0,06	6,86±0,82	71,9±2,0	6,3±4,6
Московская область. Центральный регион нечерноземной зоны РФ							
2017	99,3±1,4	6,3±0,9	1,5±0,1	5,73± 0,03	6,10± 0,04	72,6±0,4	0,9±0,1
2018	99,3±1,3	0,9±0,1	2,0±0,1	7,40±0,00	8,15±0,00	70,2±3,1	1,5±0,1
2019	90,5±0,4	1,4±0,1	5,3±0,3	5,81±0,03	6,23±0,04	66,3±0,0	3,1±0,2
среднее	96,4±2,9	2,9±1,7	2,9±1,2	6,31±0,54	6,82±0,66	69,7±1,8	1,8±0,7
Западное Предкавказье. Краснодарский край							
2017	153,3±0,5	2,8±0,0	24,2±0,1	10,00±0,00	11,21± 0,00	71,0±0,3	14,5±0,3
2018	105,0±4,6	4,0±0,1	16,5±0,2	9,67±0,07	10,68±0,07	67,3±0,5	9,6±0,4
2019	105,7±38,4	5,5±1,2	13,3±0,1	6,87±0,03	7,67±0,03	66,6±0,3	5,5±0,1
среднее	121,3±15,9	4,1±0,8	18,0±3,2	8,85±0,99	9,85±1,10	68,3±1,4	9,9±2,6

Наибольшей высоты достигали растения фенхеля сорта Оксамит Крыма в условиях повышенной влажности и высоких температур воздуха в Краснодарском крае. Самыми низкими были растения в Подмосковье, в условиях наименьшего температурного режима.

Большое всего продуктивных соцветий (в среднем, 5,5 шт. на растение) формировалось в Крыму, но завязываемость плодов здесь была ниже, чем в условиях Краснодарского края.

Показатели продуктивности в Подмосковье во все годы наблюдений были ниже по сравнению с другими регионами. Наиболее благоприятными оказались условия Краснодарского края, где сформировался высокий урожай плодов, обеспечивший сбор эфирного масла, значительно превышавший в 2017-2018 гг. таковой в Крыму.

Содержание эфирного масла в плодах колебалось по регионам и годам в широких пределах – 6,04-11,21 % (от абсолютно сухой массы). Самый высокий показатель отмечен для Краснодарского края. Он составил, в среднем, за три года 11,21 %.

Содержание основного компонента эфирного масла – анетола колебалось незначительно, вне зависимости от региона и условий года – от 66,3 до 73,9%.

Таким образом, наиболее оптимальной зоной для возделывания фенхеля обыкновенного сорта Оксамит Крыма можно считать Краснодарский край.

Литература

1. Инжечик О. Г., Полосухина Т. М. Экологическое испытание различных сортов люцерны в условиях предгорно-степной зоны Восточного Казахстана // Наука и мир. 2015. Т. 2. № 3 (19). С.118–119.
2. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В., Назаренко Л. Г. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра: 2-ое издание, дополненное. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 320 с.
3. Селекция эфиромасличных культур: методические указания // Под ред. Аринштейн А. И. Симферополь: ВНИИЭМК, 1977. 151 с.
4. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел: сборник научных работ. Симферополь: ВНИИЭМК, 1972. 107 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для вузов. Издание 6-е. М.: Альянс, 2011. 350 с.

UDC 633.81:631.52

Zolotilova O. M., Nevkrytaya N. V., Korotkikh I. N., Anikina A. Yu.

Comparative assessment of *Foeniculum vulgare* variety 'Oksamyt Kryma' in different ecological zones

Summary. In 2017–2019, we conducted a comparative study of morphological and biological characteristics and productivity parameters of *Foeniculum vulgare* variety 'Oksamyt Kryma' in three regions of the Russian Federations: foothill zone (Crimea), central region of the non-chernozem zone (Moscow suburbs) and western Ciscaucasia (Krasnodar Krai) to determine the most favourable conditions for cultivation. The above-mentioned zones differed greatly in meteorological and soil conditions. The highest yield (on average 18.0 kg/ha) and the greatest accumulation of essential oil (on average 9.9 kg/ha) were obtained in the Krasnodar Krai. Weather, climatic and soil conditions of the Moscow suburbs, where productivity indicators were the lowest, are unfavourable for fennel growing.

Keywords: *Foeniculum vulgare*, fruits, mass fraction of the essential oil, collection of essential oil.

DOI 10.33952/2542-0720-20205-9-10-62

УДК 633.811.615

Золотилов Виктор Анатольевич, Золотилова Ольга Михайловна, Скипор Олег Болеславович

Новый сорт розы эфиромасличной Золушка

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: viktor_zolotilov@mail.ru

Роза эфиромасличная является одним из наиболее древних и популярных ароматических растений. Она возделывается преимущественно в странах Средиземноморья и Ближнего Востока, а в России – в Крыму. Из цветков розы получают розовое масло, розовый конкрет (экстракт), розовое абсолютное масло (абсолю) и розовую воду (гидролат). Розовое масло является обязательным и пока незаменимым компонентом лучших косметических изделий. Продукты переработки цветков розы имеют прекрасный аромат и используются при изготовлении духов, одеколонов, кремов, эликсиров. В настоящее время розовая вода, эфирное масло, лепестки цветков, плоды, корни находят применение в народной и официальной медицине, при лечении целого ряда заболеваний. Кроме того, цветки розы, розовая вода и масло широко применяются в кондитерском и ликёроводочном производствах [1].

В Крыму в разные годы сотрудниками Института эфиромасличных и лекарственных растений (ИЭЛР) НААН Украины созданы сорта розы эфиромасличной

пригодные для переработки различными технологическими методами. В настоящее время научно-исследовательская работа по селекции розы эфиромасличной продолжается в ФГБУН «НИИСХ Крыма», в состав которого вошел ИЭЛР. Главной задачей в селекции розы эфиромасличной является создание зимостойких, высокопродуктивных сортов, с высоким качеством эфирного масла, устойчивых к поражению болезнями и вредителями, пригодных к корнесобственному размножению. Задачей данного этапа селекции являлось создание сорта с высоким сбором конкрета, востребованного на мировом рынке. Конкрет используется для последующего получения из него ценных продуктов, прежде всего, розового масла – абсолю [2, 3].

Цель настоящего исследования – изучение в конкурсном сортоиспытании перспективных сортообразцов розы эфиромасличной с высоким сбором конкрета.

Основными методами селекционной работы с розой является гибридизация с последующим индивидуальным отбором форм, обладающих ценными хозяйственными признаками. В процессе этой работы в предыдущие годы в потомстве от скрещивания сорта Весна (*Rosa damascene* Mill. × *Rosa galica* L.) и сорта Крымская красная (*Rosa galica* L.) был отобран элитный сеянец под номером 2030.

Исследование проводили на экспериментальном участке НИИСХ Крыма в 2011–2015 гг. Участок расположен в Предгорье Крыма (с. Крымская Роза Белогорского района). Питомник конкурсного сортоиспытания заложен осенью 2008 года. Посадочный материал получен укоренением зеленых черенков перспективных сортообразцов и сортов розы эфиромасличной Лань и Лада. Схема посадки (2,5×1,0 м) и агротехника выращивания общепринятые для данной зоны. На делянке размещалось по 10 растений. Площадь учетной делянки 25 м². Повторность опыта четырёхкратная. В ходе исследований образцы изучали по ряду морфологических признаков и показателям продуктивности, в частности по содержанию и сбору конкрета, согласно разработанным методикам [4–6].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием общепринятых методов математической статистики [7].

Всего в конкурсном сортоиспытании изучал пять сортообразцов. Наиболее перспективным оказался сортообразец 2030. За пять лет испытания он проявил себя наиболее зимостойким – 4,72 балла (сорта Лань и Лада – 4,68 и 4,40 баллов соответственно), характеризовался более высокой бутонообразовательной способностью – 4,40 балла (сорта – 3,76–3,86 балла). Данный сортообразец также превзошел изучаемые сорта по массе и махровости цветка и не уступал им по силе роста куста.

За время проведения исследований сортообразец 2030 существенно превысил сорта по показателям продуктивности. Урожай цветков у него составил, в среднем, за годы испытания 39,2±5,8 ц/га, что соответственно на 17,2 и 14,3 ц/га больше, чем у сорта Лань и сорта Лада. Массовая доля конкрета, в среднем, 0,211 %, сбор конкрета – 8,68±1,96 кг/га, что на 3,74 кг и 2,92 кг или в 1,8 и 1,5 раза больше, чем у сортов, соответственно.

В 2017 г. новый сорт розы эфиромасличной под коммерческим названием Золушка включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию РФ [8].

Сорт Золушка зимостойкий, высокоурожайный, легко размножается зелеными черенками, характеризуется хорошим ростом и высокой побегообразовательной способностью. Цветки ярко-розовые, махровые (69 лепестков), масса цветка, в среднем, 3,7 г. Продолжительность цветения в зависимости от погодных условий – 24–36 дней. Куст полусомкнутый, хорошо облиственный, высотой 110–125 см, диаметром – 138 см. Шипы крупные, крючковато-изогнутые у основания расширены, старые – серого цвета, молодые – от светло-зеленого до красно-бурого цвета, плотность расположения на побегах – 25–30 шт. на 20 см длины. Листья очередные, сложные, непарноперистые, пяти-семи дольные. Соцветие – сложный верхушечный.

Сорт может использоваться как для получения конкрета, так и благодаря яркой окраске лепестков, для приготовления сиропов, варенья, кондитерских изделий и чайных сборов.

Литература

1. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В., Назаренко Л. Г. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра. Симферополь: «Ариал», 2018. 317 с.
2. Новиков И.А., Золотилов В.А., Аметова Э.Д. Содержание конкрета в перспективных сортообразцах розы эфиромасличной и оптимизация методики его определения // Сборник научных трудов Четвертой научно-практической конференции с международным участием «Молодые ученые и фармация XXI века». М.: ВИЛАР, 2016. С. 100–103.
3. Войткевич С. А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.: Пищевая промышленность, 1999. 329 с.
4. Селекция эфиромасличных культур: методические указания // Под ред. А.И. Аринштейн. Симферополь, 1977. 151 с.
5. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел. Сборник научных трудов. Симферополь, 1972. 108 с.
6. Методика полевых опытов по агротехнике эфиромасличных культур. Симферополь, 1972. 150 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для вузов. Издание 6-е. М.: Альянс, 2011. 350 с.
8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 516 с.

UDC 633.811.615

Zolotilov V. A., Zolotilova O. M., Skipor O. B.

‘Zolushka’ – a new variety of essential oil *Rose L.*

Summary. Our aim was to create a competitive variety of essential oil *Rose L.* with a high yield of concrete. Studies were carried out at the experimental plots of FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea” in 2011-2015. As a result of long-term breeding work, a new variety ‘Zolushka’ was created. Rose blooms yield reached 39.2 ± 5.8 cwt/ha; the amount of concrete – 8.68 ± 1.96 kg/ha. According to competitive variety trials, ‘Zolushka’ exceeded varieties ‘Lany’ and ‘Lada’ in flower (petals) yield by 17.2 and 14.3 cwt/ha; in yield – by 3.74 and 2.92 kg, respectively.

Keywords: *Rose L.*, concrete, variety, sample, competitive variety trials.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-63

УДК 575.162

Зубанова Юлия Сергеевна, Филобок Вера Алексеевна, Гуенкова Елена Анатольевна, Давоян Эдвард Румикович, Болдаков Дмитрий Максимович, Миков Дмитрий Сергеевич

Идентификация аллельных комбинаций генов *Ppd-D1*, *Vrn-A1*, *Vrn-B1* и *Vrn-D1* в линиях мягкой пшеницы, полученных в НИЦ имени П. П. Лукьяненко

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»

e-mail: iula-86_86@mail.ru

Комбинация аллелей генов, определяющих фотопериодическую чувствительность *PPD* и потребность в яровизации *VRN*, влияет на скорость развития растений, структуру урожая, морозо- и зимостойкость, потребность в яровизации, засухоустойчивость, уход от высоких летних температур, устойчивость к болезням [2]. У мягкой пшеницы чувствительность к изменению продолжительности светового дня обусловлена влиянием трех генов ортологичной серии: *PPD1*: *Ppd-A1*, *Ppd-B1* и *Ppd-D1*, локализованных в хромосомах второй гомеологичной группы [7]. Ген *Ppd-D1* рассматривается в качестве ключевого локуса, определяющего фотопериодическую чувствительность гексаплоидных пшениц [3]. Однако сроки колошения на коротком и длинном дне зависят и от аллелей генов системы *VRN*, определяющих потребность в яровизации: *VRN1*; *VRN2*; *VRN3*; *VRN4* [6, 8]. По литературным данным, наиболее перспективно изучение генов

VRN1 (*Vrn-A1*, *Vrn-B1* и *Vrn-D1*), которые ассоциированы с регуляцией перехода от вегетативной к репродуктивной стадии развития [4].

Цель исследования – молекулярная идентификация генотипов линий мягкой пшеницы по аллельным вариантам генов *PPD1* и *VRN1*. Объект исследования – 286 линий мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L., полученные в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале НИЦ имени П. П. Лукьяненко.

Идентификацию генов *Ppd-D1*, *Vrn-A1*, *Vrn-B1* и *Vrn-D1* проводили с использованием ПЦР с аллель-специфичными праймерами, которые отбирали на основании литературных данных [3, 5, 8, 9]. Продукты амплификации разделяли в 1,8-2,2% агарозном геле.

Согласно идентифицированным аллелям генов *Ppd-D1* и *VRN1* проанализированные образцы распределили по 21 гаплотипу, при этом в исследуемом материале преобладал доминантный аллель гена *Ppd-D1a* (гаплотипы 1-9), обеспечивающий нейтральную реакцию на фотопериод (таблица).

Таблица – Аллельный состав генов *Ppd-D1* и *VRN1* у линий мягкой пшеницы

Комбинация аллелей (гаплотип)		Число образцов	Комбинация аллелей (гаплотип)		Число образцов	Комбинация аллелей (гаплотип)		Число образцов
1	D-DRR	2	8	D-RRD/R	15	15	R-DRR	5
2	D-DD/RD	1	9	D-RRR	44	16	R-DDR	1
3	D-RDR	11	10	D/R-D/RRR	1	17	R-RDR	1
4	D-RDD/R	1	11	D/R-RDR	3	18	R-RD/RD/R	1
5	D-RD/RR	1	12	D/R-RRD	13	19	R-RRD	23
6	D-RD/RD/R	1	13	D/R-RRD/R	1	20	R-RRD/R	3
7	D-RRD	123	14	D/R-RRR	5	21	R-RRR	30

Примечание. D-доминантный аллель; R-рецессивный аллель.

Наибольшее число линии мягкой пшеницы несут комбинацию аллелей D-RRD (гаплотип 7). Выявлены линии, которые можно отнести к группе пшениц-двуручек (гаплотипы 17 и 19). Так как доминантные аллели генов *Vrn-B1* и *Vrn-D1* частично снижают потребность в яровизации, такое сочетание аллелей генов *Ppd-D1* и *VRN1* определяет некоторую чувствительность к яровизации и достаточно сильно реакцию на короткий день, что важно в условиях Краснодарского края [1]. Гомозиготное рецессивное состояние локусов *VrnA1*, *VrnB1*, *VrnD1* (D-RRR и R-RRR), определяющее озимый тип развития, выявлено в 74 образцах (гаплотипы 9 и 21). Все изученные образцы несут рецессивный аллель хотя бы одного гена *VRN1*, поэтому почти у всех генотипов в отсутствие яровизации сроки начала колошения увеличиваются.

В дальнейшем планируется провести сравнительный анализ полученных молекулярных данных с результатами оценки продолжительности вегетационного периода (всходы – колошение) у изучаемых линий.

Литература

1. Беспалова Л.А., Кошкин В.А., Потоккина Е.К. Фотопериодическая чувствительность и молекулярное маркирование генов *Ppd* и *Vrn* в связи с селекцией сортов пшеницы альтернативного образа жизни // Доклады РАСХН. 2010. № 6. С. 3–6.
2. Стельмах А.Ф. Роль генетических систем в онтогенетической адаптации мягкой пшеницы // Экологическая генетика и эволюция. 1987. С. 146–161.
3. Beales J., Turner A., Griffiths S., Snape J., Laurie D. A pseudo-response regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Theoretical and Applied Genetics. Vol. 115. 2007. P. 721–733.
4. Danyluk J., Kane N.A., Breton G., Limin A.E., Fowler D.B., Sarhan F. TaVRT-1, a putative transcription factor associated with vegetative to reproductive transition in cereals. // Plant Physiol. 2003. No. 132(4). P. 1849–1860.

5. Fu D., Szucs P., Yan L., Helguera M., Skinner J.S., von Zitzewitz J., Hayes P.M., Dubcovsky J. Large deletions within the first intron in *VRN-1* are associated with spring growth habit in barley and wheat // Mol. Genet. Genomics. 2005. Vol. 273. P. 54–65.
6. Kippes N., Debernardi J.M., Vasquez-Gross H.A., Akpinar B.A., Bu-dak H., Kato K., Chao S., Akhunov E., Dubcovsky J. Identification of the vernalization 4 gene reveals the origin of spring growth habit in ancient wheats from South Asia. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2015. No. 112(39). P. 5401–5410.
7. Scarth R., Law C.N. The control of day length response in wheat by the group 2 chromosomes // Z. Pflanzenzücht. 1984. Vol. 92. P. 140–150.
8. Yan L., Helguera M., Kato K., Fukuyama S., Sherman J., Dubcovsky J. Allelic variation at the *VRN-1* promoter region in polyploid wheat // Theoretical and Applied Genetics. 2004. Vol. 109. P. 1677–1686.
9. Zhang X.K., Xiao Y.G., Zhang Y., Xia X.C., Dubcovsky J., He Z.H. Allelic variation at the vernalization genes *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1*, and *Vrn-B3* in Chinese wheat cultivars and their association with growth habit // Crop Sci. 2008. Vol. 48. P. 458–470.

UDC 575.162

Zubanova Yu. S., Filobok V. A., Guenkova E. A., Davoyan E. R., Boldakov D. M., Mikov D. S.

Identification of allelic combinations of the *Ppd-D1*, *Vrn-A1*, *Vrn-B1* and *Vrn-D1* genes in common wheat lines obtained in the National Center of Grain named after P. P. Lukyanenko

Summary. An analysis of the allelic composition of the genes determining photoperiodic sensitivity (*Ppd-D1*) and the need for vernalization (*Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1*) was carried out in 286 common wheat lines obtained in the National Center of Grain named after P. P. Lukyanenko with the use of allele-specific primers. The analyzed samples were distributed over 21 haplotypes; the dominant allele of the *Ppd-D1a* gene prevailed in the studied material. 123 lines of common wheat carry a combination of D-RRD alleles. The lines that can be attributed to the group of alternate wheat (R-RDR, R-RRD) were identified. All studied samples carry the recessive allele of at least one *VRN1* gene.

Keywords: alleles of *Vrn* and *Ppd* genes, molecular markers, lines of common wheat.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-65

УДК 633.18.03: 633.181: 575: 631.527

Коротенко Татьяна Леонидовна, Мухина Жанна Михайловна

Сравнительная характеристика интродуцированной китайской генплазмы риса и адаптированных местных сортов кубанской селекции в условиях юга России

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»

e-mail: korotenko.tatyan@mail.ru

Для Краснодарского края рис (*Oryza sativa* L.) – это стратегическая культура, а для Китая – главная национальная продовольственная. Родиной риса считают Южноазиатский центр, обладающий большим генотипическим разнообразием. Азия – самый большой материк по площади, который дал миру более 70 % всей культурной флоры [1]. Для сохранения биоразнообразия, получения полезных признаков для селекции и снижения генетического родства современных сортов в российских научных организациях созданы и поддерживаются рабочие коллекции зерновых, масличных и крупяных культур. В коллекциях значимых сельскохозяйственных культур важное место занимают новые формы растений, интродуцированные из различных почвенно-климатических зон земного шара, так как обмен генплазмой в последнее десятилетие ученые рассматривают как необходимый компонент в повышении урожайности и устойчивости новых сортов.

Основной генофонд риса в России сосредоточен в ФИЦ ВИР им. Н. И. Вавилова (г. Санкт-Петербург) – более 10 тыс., и головном научном учреждении по вопросам рисоводства ФГБНУ «ФНЦ риса» (г. Краснодар) – более 7,1 тыс., а национальный Генный банк Китая насчитывает более 80 тыс. образцов культуры. Эти коллекции являются хранителями уникального генетического материала риса с широким диапазоном признаков

из разных агроэкологических групп. Для эффективного использования исходных форм в селекционных программах проводят скрининг мирового разнообразия культуры традиционными агрономическими, современными классическими и молекулярно-генетическими методами анализа образцов [2, 3].

Цель исследований – изучение в экологических условиях Кубани параметров проявления морфо-биологических, вегетативных и хозяйственных признаков российских и китайских генотипов риса и выявление адаптированных продуктивных форм. Исследования проводили на базе коллекционного питомника УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса» в условиях полевого опыта орошаемого участка ФГБНУ «ФНЦ риса» (г. Краснодар). Закладку опыта, учеты и наблюдения, визуальные оценки, фенологические наблюдения, биометрический анализ растений проводили по стандартным методикам и классификатору рода *O. sativa* L. [4, 5]. Для изучения взяты образцы двух подвидов *indica* и *japonica* российской и китайской национальной селекций: 28 линий риса с генами расоспецифической устойчивости к пирикулярриозу селекции Ляонинг (Китай), 12 сортов «ВНИИ риса» и 32 сорта китайской селекции из коллекции.

В результате эксперимента отмечено, что период вегетации изученных форм варьировал от 98 до 155 дней, то есть выявлены как раннеспелые, так и очень позднеспелые формы, при этом все образцы дали репродукцию семян. По высоте растений китайские линии характеризовались как низкорослые, в то время как среди российской генплазмы преобладали среднерослые морфотипы. Вариация признака «высота растений» – в пределах 63,0–119,0 см. Устойчивостью к полеганию растений обладали практически все исследуемые генотипы, кроме среднеустойчивых китайских сортообразцов: Ми 07-980, Long ting 18, NSR 00252 Csing Feng 2.

Отечественная селекция направлена на создание сортов риса с компактной вертикальной метелкой. Исследуемые сорта существенно различались по форме метелки: от компактной (1 балл) до развесистой (9 баллов), а ее положение у изучаемых генотипов варьировало от вертикального (1 балл), наклонного (5 баллов) и до поникающего (9 баллов).

К особенностям архитектоники растений сортов риса китайской селекции можно отнести формирование длинной слабо- и среднеразвесистой поникающей метелки и вертикальное расположение флагового листа (5–10 °). Однако имелись и линии с морфотипом сходным с кубанскими сортами риса. Длина флагового листа варьировала в пределах 13–40 см, а ширина – от 0,8 до 1,8 см. В большинстве китайские образцы формировали флаговый лист средний и длинный, зерно по опушению – шероховатое, соломенной окраски чешуй, по форме округло-овальный колосок. Длиннозерных форм среди китайской генплазмы не выявлено. У сортов риса российской селекции признак «длина метелки» более выровнен, а у китайских образцов наблюдали существенную его вариабельность. «Масса зерна с метелки», «число колосков» и «плотность метелки» – наиболее важные признаки, связанные с продуктивностью растения риса и урожайностью сорта. Показатель признака «число колосков на метелке» варьировал по сортам от 50 до 175 штук, а величина пустозерности у исследуемых образцов находилась в пределах 5,3–35 %. В большинстве случаев процент стерильности колосков у китайских образцов был низким, что указывает на хороший биологический потенциал сортов при выращивании в экологических условиях юга России. Генотипическая изменчивость признака «плотность метелки» у зарубежных образцов составила от 4,1 до 12,3 шт./см, при показателях 6,3–9,8 шт./см у местных сортов. Масса зерна с растения у исследуемых сортообразцов варьировала в пределах 2,4–4,7 г. Вариация массы 1000 зерен по сортам – 18,1–49,3 г, а у исследуемых китайских генотипов крупность зерна на уровне низкой и средней (18,1–25,0 г). Повышенной крупности зерно сформировали китайские сорта – Kendao 34, Liaokai 79, Kenddao 8, NSR 00252 Csing

Feng 2, Dong -415 и кубанские сорта – Соната, Крепыш, Привольный 4 и ВНИИР 6753. На естественном фоне в полевом опыте среднеустойчивыми к патогену местной популяции пирикулярриоза, наряду со стандартом Победа 65, были китайские сорта Kendao 34, Ronguang, Tianjing 1 и линия Pi 9-177.

В ходе работы для дальнейшей селекционной работы выделены продуктивные интродуцированные формы: сорта Long ting 18, Long ting 12, NSR 00252 Csing Feng 2, Tong Jing 29, Ji sheng 202 и линии Lider /Takanari 2, IRIS 251-53324, Longgeng 39, Liaoxing 21, Liaoxing 401, Gangyu 129, Ganguan 8, Longjing 3, Liaojing 168, NY11 и Pi 9-177.

Исследования проведены в рамках гранта РФФИ 19-516-53001 ГФЕН_а «Создание и применение предселекционных ресурсов риса с пирамидированными генами широкого спектра устойчивости к возбудителю пирикулярриоза».

Литература

1 Venuprasad R., Latha J., Shashidhar H. E., Hittalmani S. Evaluation of genetic diversity among rice cultivars adapted to rainfed low lands of southern Karnataka 1. Yield and related traits // Crop Res. 2002. Vol. 23. No. 3. P. 501–506.

2 Коротенко Т. Л., Садовская Л. Л. Результаты применения современных методов при изучении генетического разнообразия *Oryza sativa* L. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 72. С. 202–206.

3 Fujimoto H., Quin Q., Kunihiro Y., Wu W., Tobita S. [et al.] Evaluation of plant genetic resources, development of novel breeding materials and their effective utilization // JIRCAS International Symposium Proceedings. No. 42. Japan Tsukuba: Japan international research center for agricultural sciences, 2005. P. 45–64.

4 Методические указания по изучению мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza* L. Ленинград: ВИР, 1982. 34 с.

5 Сметанин А. П., Дзюба В. А., Апрод А. И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. Краснодар: ВНИИ риса, 1972. 82 с.

UDC 633.18.03: 633.181: 575: 631.527

Korotenko T. L., Mukhina Zh. M.

Comparative characteristics of the introduced Chinese rice germplasm and adapted local varieties of Kuban breeding under the environmental conditions of Southern Russia

Summary. Under the environmental conditions of the Kuban region, morphological, vegetative and economic characteristics of the Russian and Chinese genotypes of *Oryza sativa* L. were studied; adapted productive forms were identified. In the course of research, productive introduced forms were selected for further breeding work. Sixteen lines were tolerant to *Pyricularia* and demonstrated the strong biological potential and adaptability to the conditions of the region.

Keywords: rice (*Oryza sativa* L.), collection, introduction, comparative assessment, signs.

DOI 10.33952/2542-0720-20205-9-10-66

УДК 633.81

Кривда Светлана Ивановна, Невкрыгая Наталья Владимировна, Бабанина Светлана Сергеевна, Кривчик Нина Сергеевна, Кравченко Галина Дмитриевна, Соболева Елена Евгеньевна

Анализ коллекции *Coriandrum sativum* L. по комплексу признаков

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: krivda_svetlana65@mail.ru

Источником перспективных генотипов и доноров хозяйственно ценных признаков в селекции растений являются коллекции генофонда [1]. В отделе эфиромасличных и лекарственных культур ФГБУН «НИИСХ Крыма» поддерживается, пополняется и изучается коллекция кориандра *Coriandrum sativum* L. В 2017–2019 гг. проведено изучение 164 коллекционных образцов из 30-ти регионов мира по комплексу признаков. Все образцы, за исключением пяти сортов ФГБУН «НИИСХ

Крыма», получены в 2017 г. из ФГБНУ ВИГРР им. Н.И. Вавилова. Исследование выполняли согласно разработанным методикам [2, 3]. Сравнение показателей продуктивности проводили с сортами Янтарь, Нектар, Силач, Ранний и Медун.

Исследуемые образцы размещали на экспериментальном участке в с. Крымская Роза Белогорского р-на Республики Крым. Данная территория, расположенная в восточной предгорной части Крыма, относится к одному из пяти агроклиматических районов – верхнему предгорному, теплomu, недостаточно влажному (северный подрайон с умеренно мягкой зимой). Климат – умеренно-континентальный [3].

Посев коллекционного питомника проводили вручную в оптимальные для культуры сроки: в 2017 г. – 30 марта, в 2018 г. – 26 марта, в 2019 г. – 19 марта. Схема посева – 1,0 × 0,6 м, площадь учетной делянки – 0,6 м², общая площадь питомника 0,072 га. Повторность двукратная.

Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007 в соответствии с методикой [4].

Годы проведения исследований были контрастными по погодным условиям. В 2017 г. метеоусловия были в целом благоприятными. Следующий год был жарким и экстремально засушливым. Промежуточный по погодным условиям – 2019 г: весной – засушливый, летом – жаркий, с обильным количеством осадков в июне-июле.

По данным трехлетнего изучения общая продолжительность вегетационного периода от фазы полных всходов до фазы созревания у образцов кориандра посевного, в среднем, находилась в пределах от 69 до 87 дней. По этому показателю все образцы условно разбиты на три группы: раннеспелые – до 75 дней – 46 образцов (28,0% от общего количества изученных образцов), среднеспелые, 76–80 дней – 83 образца (50,6%) и позднеспелые, 81 и более дней – 35 образцов (21,3%). Сорта Ранний и Медун отнесены в группу раннеспелых, Янтарь – среднеспелых, Нектар и Силач – позднеспелых. Достаточно стабильными по данному показателю оказались 17 образцов. Различия в продолжительности их вегетационного периода в зависимости от условий года, находились в пределах от 1 до 7 дней.

Высота растений, варьировала среди образцов в диапазоне от 31 до 68 см, в том числе у сортов, в среднем, от 46,9±3,8 см (Медун) до 59,7±13,3 см (Нектар). Максимальная высота растений образцов (в среднем, от 58 до 96 см) зарегистрирована в наиболее благоприятном по сочетанию температурного режима и количества осадков 2017 г. В засушливых и жарких условиях 2018 г. высота образцов коллекции была значительно ниже - в среднем, 18-51 см. В условия 2019 г. средняя высота растений была выше, чем в 2018 г, но ниже, чем в 2017 г – 29-64 см. Диапазон различий образцов по данному признаку составлял 33-38 см.

Более стабилен для каждого образца, независимо от метеоусловий вегетационного периода, показатель количества плодов в зонтиках первого порядка. Диапазон изменчивости средних показателей образцов по данному признаку – от 14 до 45 шт.

Масса плодов зависит от генетической обусловленности и от условия температуры и влажности в период их образования и развития. Показатель значительно варьирует в коллекции – в среднем за три года – от 2,6 до 9,1 г. Образцы условно разделены на три группы: мелкоплодные (менее 4 г) – 66 образцов (40,2%), среднеплодные (4–6 г) – 92 образца (56,1%) и крупноплодные (более 6,0 г) – 6 образцов (3,7%). Самые мелкие плоды сформировались в засушливых и жарких условиях 2018 г. Отмечены стабильные по этому признаку образцы, сохранявшие принадлежность к одной группе размерности на протяжении всех трех лет. Более всего таких образцов выделилось в группе мелкоплодных – 25 образцов (37,9% от количества образцов в группе). Из шести крупноплодных образцов стабильно сохраняли данную характеристику 2 образца (33,3%). В группе среднеплодных образцов процент стабильных по этому признаку образцов было ниже – 27,2% (25 образцов).

Широкий диапазон изменчивости отмечен для изучаемых образцов по урожаю плодов с делянки – в среднем, от 8,1 до 73,9 г. В группу низкоурожайных (до 30 г/дел.) попало 73 образца (44,5%), в группу со средней урожайностью (31–45 г/дел.) – 63 образца (38,4%). Наибольший интерес представляет группа из 28-ми (17,1%) наиболее урожайных образцов (более 45 г/дел.).

Анализ содержания эфирного масла в плодах коллекционных образцов показал, что этот признак колеблется в широких пределах, в среднем, от 0,53 до 3,62% на абсолютно сухую массу. Исходя из ценности для селекции, все образцы разделены на три группы: низкомасличные – с массовой долей эфирного масла менее 2% – 135 образцов (82,3%); среднемасличные – с массовой долей эфирного масла 2,1-2,5% – 15 образцов (9,1%) и высокомасличные – с массовой долей эфирного масла более 2,6% – 14 образцов (8,5%). Около 50 образцов проявили высокую стабильность по данному показателю по годам, несмотря на существенные различия их по метеоусловиям. Для большинства остальных образцов наименее благоприятными для накопления эфирного масла оказались условия 2019 г. У большей части образцов самое высокое содержание эфирного масла в плодах отмечалось в экстремально засушливом и жарком 2018 г.

В результате трехлетнего изучения коллекции кориандра посевного по комплексу и по отдельным признакам выделено 26 образцов, перспективных для дальнейших селекционных исследований, в том числе 9 образцов из Грузии, 6 – из Абхазии, 4 – из Азербайджана, 3 – из России, по одному – из Казахстана, Сирии, Узбекистана и Эфиопии. Основными показателями для отбора были содержание в плодах эфирного масла и урожай плодов с делянки. У выделенных образцов содержание эфирного масла составляет, в среднем, от 0,90 до 3,62% (от абсолютно сухой массы), урожай плодов – от 12,0 до 73,9 г с делянки, у сортов, соответственно 2,99–3,26% и 9,7–33,0 г.

Литература

1. Паштецкий В.С., Невкрытая Н.В., Мишнева А.В., Назаренко Л.Г. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра. Симферополь: ИТ «Ариал», 2018. 320 с.
2. Селекция эфиромасличных культур (методические указания). Под редакцией Аринштейн А. И. Симферополь, 1977. с. 4-28.
3. Савчук Л.П. Климат предгорья Крыма и эфироносы. Симферополь, 2006. 76 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

UDC 633.81

Krivda S.I., Nevkrytaya N.V., Babanina S.S., Krivchik N.S., Kravchenko G.D., Soboleva E.E.

Analysis of the collection of *Coriandrum sativum* L. by a set of characteristics

Summary. In 2017-2019, the *Coriandrum sativum* L. collection supported by the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea” was analyzed by a set of characteristics. It includes 164 samples from 30 regions of the world. Collection samples were obtained from the Federal Research Center “N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources” (VIR). Twenty-six samples, promising for further breeding studies, were selected. These samples stand out from the crowd due to the content of essential oil in fruits (0.90 to 3.62%) and fruit yield (12.0 to 73.9 g per plot). The same indicators in the varieties bred in the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea” are 2.99-3.26% and 9.7-33.0 g, respectively.

Keywords: *Coriandrum sativum* L., collection, morphological and biological characteristics, productivity indicators.

УДК 633.81

Кривчик Нина Сергеевна, Кривда Светлана Ивановна, Невкрытая Наталья Владимировна, Скипор Олег Болеславович, Кравченко Галина Дмитриевна
Анализ коллекции *Salvia sclarea* L. по основным морфо-биологическим показателям
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: n_krivchik25@mail.ru

Шалфей мускатный (*Salvia sclarea* L.) – широко распространенное эфиромасличное растение семейства Яснотковые (*Lamiaceae* Martinov). Продукты переработки растительного сырья используются в парфюмерно-косметическом, мыловаренном, фармацевтическом, ликероводочном, табачном производствах [1]. Шалфей мускатный имеет двухлетний цикл развития. В первый год вегетации образуется розетка из листьев, а на второй год формируются генеративные структуры [2]. Возможно цветение отдельных растений в первый год вегетации. Шалфей мускатный возделывают, главным образом, для получения из его соцветий эфирного масла, основными компонентами которого являются линалилацетат (63-73%) и линалоол (13-17%) [3]. Шалфейное эфирное масло имеет приятный запах, хорошо растворяется в спирте, обладает свойствами хорошего фиксатора и является незаменимым элементом при разработке душистых компонентов. Помимо эфирного масла из сырья шалфея мускатного могут быть получены и другие ценные продукты – склареол, конкрет, экстракты, воск, жирное масло и пр.

Основным источником исходного материала для селекции являются коллекции. В ФГБУН «НИИСХ Крыма» поддерживается, пополняется и изучается коллекция шалфея мускатного [4]. В связи с меняющимися погодными условиями периодически следует проводить ревизию и уточнение показателей образцов коллекции.

В 2018–2019 гг. по комплексу признаков проанализирована коллекция, включающая 116 образцов, в том числе сорта института – С 785, Крымский поздний, Ай-Тодор, Тайган и Орфей [5]. Исследование проведено в условиях Предгорья Крыма на опытных участках ФГБУН «НИИСХ Крыма» в с. Крымская роза Белогорского района.

Климат региона умеренно-континентальный. По агроклиматической характеристике данная территория относится к верхнему предгорному, теплому, недостаточно влажному району (северный подрайон с умеренно мягкой зимой) [6].

Закладку коллекционного питомника проводили при подзимнем сроке сева в двух повторениях. Делянки двухрядковые длиной 1 м, междурядья – 60 см. Анализ образцов по комплексу морфо-биологических и хозяйственно ценных признаков выполнен в фазе технологической спелости (окончание цветения) согласно методическим рекомендациям для эфиромасличных культур [7]. Проведена статистическая обработка полученных данных [8].

Весенне-летний период 2018 г. был экстремально засушливым в сочетании с высоким температурным режимом. Условия 2019 г., несмотря на засушливый период весны – начала лета, жаркий июнь и пониженный температурный режим июля, были менее жесткими.

Важным признаком для селекции является высота растений, которая характеризует устойчивость к полеганию и возможность механизированного ухода и уборки без потерь. Высота растений изучаемых образцов в 2019 г. по сравнению с экстремальными условиями 2018 г. была, как правило, выше. Диапазон изменчивости признака относительно невелик, незначительно различался по годам и составлял в 2018 и 2019 гг., в среднем, 69–132 и 80–135 см, соответственно. Средняя высота растений сортов – 95–121 и 100–128 см.

Основным показателем, определяющим урожайность растений шалфея мускатного, является количество соцветий на растении. Изменчивость этого показателя у образцов коллекции находилась в достаточно широких пределах,

существенно не различаясь по годам: от 2,8 до 7,0 шт. в 2018 г. и от 2,8 до 8,7 шт. в 2019 г. У сортов, соответственно, в среднем, 4,4–5,1 шт. и 3,5–5,6 шт. на растение.

Количество мутовок на центральной оси соцветия, в отличие от описанных выше признаков, было выше в условиях 2018 г. Диапазон изменчивости составил, в среднем по образцам, 7,4–10,4 шт. в 2018 г и 4,4–9,1 шт. в 2019 г. У сортов, соответственно 4,4–5,3 и 3,5–6,3 шт.

Проанализированы и другие структурные части растений (длина оси центрального соцветия, количество пар осей на соцветиях 1–2-го порядков). Для этих параметров отмечена аналогичная тенденция изменчивости по годам.

Развитие растений шалфея мускатного, а, соответственно, урожай сырья, чрезвычайно зависит от метеоусловий, в которых проходит весь цикл развития. Условия 2017 г. были благоприятными для развития растений первого года вегетации, в отличие от экстремальных условий, в которых развивались растения первого года в 2018 г. Поэтому, несмотря на экстремальность условий в 2018 г. соцветия сформировались более мощными, чем в 2019 г., соответственно и урожайность сырья была выше. Так, в 2018 г. средняя урожайность изучаемых образцов находилась в пределах от 0,7 до 2,1 кг с учетной делянки (0,6 м²), а в 2019 г. этот показатель варьировал от 0,4 до 1,1 кг с делянки. В группу с низким урожаем – от 0,5 до 0,8 кг/дел. в 2018 г. попало лишь 2,8 % образцов, а в 2019 г. такой урожай сформировала основная масса образцов – 68,9 %. Средний урожай – до 1,2 кг/дел. отмечен в 2018 г. у 34,9 % образцов, а в 2019 – у 31,1 %. Высокий урожай – 1,3 и более кг/дел. в 2018 г. сформировали 62,3 % образцов, а в 2019 г. такого урожая отмечено не было. Урожай соцветий сортов Института также был существенно выше в 2018 г. У сортов Крымский поздний и Ай-Тодор он составил 0,8–0,9 кг, у сортов Тайган и Орфей – 1,1 кг и у сорта С 785 данный показатель был наивысшим – 1,6 кг с учетной делянки. В 2019 г. у всех сортов, кроме С 785, урожай достигал всего 0,4–0,5 кг, а у сорта С785 – 0,9 кг/дел.

Изучение коллекции шалфея мускатного будет продолжено.

Литература

1. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В., Назаренко Л. Г. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. С. 21.
2. Эфиромасличные культуры. Краснодар: Просвещение-Юг, 2017. С. 101–106.
3. Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.: Пищевая промышленность, 1999. 284 с.
4. Бабанов Н.С. Мемишева Л.С. Изучение коллекционных образцов шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.) как исходного материала для селекции // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2016. № 16. С. 50–54.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 516 с.
6. Савчук Л.П. Климат предгорья Крыма и эфирносы. Симферополь, 2006. 76 с.
7. Селекция эфиромасличных культур (методические указания) // Под редакцией Аринштейн А. И. Симферополь, 1977. С. 4–28.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

UDC 633.81

Krivchik N. S., Krivda S. I., Nevkrytaya N. V., Skipor O. B., Kravchenko G. D.

Analysis of the collection of *Salvia sclarea* L. according to the main morphological and biological characteristics

Summary. In 2018–2019, in order to clarify the characteristics of *Salvia sclarea* L. samples, we analyzed the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea” collection of clary sage under conditions of the Crimean Foothills. The analysis of this collection was carried out according to the main morphological and biological characteristics. The variability of the studied parameters and their dependence on weather conditions during the years of research were determined. Samples with an increased yield of inflorescences were noted. It reached up to 2.1 kg per plot (0.6 m²). Variety С 785 was the most highly-productive. Its yield was 1.6 kg per plot.

Keywords: *Salvia sclarea* L., collection, morphological and biological characteristics, productivity indicators.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-68

УДК 633.112.9:631.527

Миков Дмитрий Сергеевич, Давоян Эдвард Румикович, Зубанова Юлия Сергеевна, Ковтуненко Виктор Яковлевич, Панченко Владимир Владимирович, Калмыш Алексей Петрович

Изучение образцов тритикале по устойчивости к бурой ржавчине в «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»
e-mail: d.mikov@kniish.ru

Бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticinia* Ericss.) является одной из наиболее вредоносных и широко распространенных болезней пшеницы и её родственных видов, в том числе тритикале. Одним из наиболее эффективных методов борьбы с этой болезнью является создание сортов с генетической устойчивостью.

Цель исследования – изучение линий селекционного питомника тритикале по устойчивости к бурой ржавчине и идентификация генов, детерминирующих данный признак, с помощью ДНК-маркеров. Объектом исследования являлись 94 линии тритикале селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». Исследование проводилось в полевой сезон 2019 г. Наличие генов устойчивости к бурой ржавчине *Lr10*, *Lr25* и *Lr26* определяли с помощью ПЦР в отделе биотехнологии ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко». Праймеры отбирали на основе литературных данных, их названия и авторы представлены в таблице 1. Полевые исследования проводились в сезон 2018/2019. Заражение и оценку устойчивости к бурой ржавчине проводили по общепринятым методикам [2]. Среднегодовая температура составляла +14,3 °С, среднегодовое количество осадков – 627,1 мм.

Таблица 1 – Праймеры используемые для идентификации генов устойчивости к бурой ржавчине и их литературные источники

Ген	Название праймеров	Литературный источник
<i>Lr10</i>	<i>Lrk10-D1/Lrk10D-D2</i>	Schachermayr et al., 1997 [4]
<i>Lr25</i>	<i>Lr25F20/19</i>	Procunier., 1995 [3]
<i>Lr26</i>	<i>SCM9F/SCM9R</i>	Weng et al., 2007 [5]

Наличие гена *Lr10* с помощью ПЦР было установлено в образцах 13-15т2-6, 13-16т2-7, 13-99т5-7, 10-205т3-31. В линиях 13-159т1-17, 12-80т14-1, 13-99т5-7, 13-166т6-7, 12-т1т-5, 12-80т14-10 был идентифицирован ген устойчивости к бурой ржавчине *Lr25*. Использование диагностического маркера *SCM9* позволяет установить присутствие пшенично-ржаной транслокации 1RS.1BL или 1RS.1AL, в состав которых входит ген устойчивости *Lr26*. Наличие транслокации с геном *Lr26* установлено во всех анализируемых линиях. В 17 образцах присутствует транслокация 1RS.1BL, в 73 – 1RS.1AL. Стоит отметить 7 линий, в которых результат ПЦР-анализа указывает наличие сразу двух видов транслокации. Также были выявлены образцы с комбинациями генов. Комбинация *Lr10+Lr26* идентифицирована в линиях 13-15т2-6, 13-15т2-7, 13-99т5-7 и 10-205т3-31, *Lr25+Lr26* – в линиях 13-159т1-17, 12-80т14-1, 12-т1т-5 и 12-80т14-10.

Была проведена полевая оценка устойчивости 94 образцов тритикале по шкале Петерсона [2]. К высокоустойчивым относились линии с типом реакции R (0-10%), к умеренно устойчивым – MR (10-30%), умеренно восприимчивым – MS (40-50%), сильно восприимчивым – S (>50%). Результаты полевой оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты оценки устойчивости образцов к бурой ржавчине на искусственном инфекционном фоне (2019 г.)

Ген \ Устойчивость	R	MR	MS	S
<i>Lr26</i>	72	6	7	1
<i>Lr10+Lr26</i>	3	-	1	-
<i>Lr25+Lr26</i>	4	-	-	-

Высокую устойчивость к бурой ржавчине показали 79 линий. Линии 14-14т39, 14-56т39, 13-65т1-9, 13-231т3-13, 12-34т17-22, 10-39т17-17-20 оказались умеренно устойчивыми к болезни. Было выявлено 8 умеренно восприимчивых линий, сильно поражаемая бурой ржавчиной линия 12-60т21-3. В образцах 13-159т1-17, 12-80т14-1, 12-т1т-5 и 12-80т14-10 устойчивость связана с наличием комбинации генов *Lr25+Lr26*.

Так как ген *Lr26* и комбинация генов *Lr10+Lr26* не являются эффективными на территории Краснодарского края [1], устойчивость к бурой ржавчине в 81 линии возможно контролируется иным геном (-ми). Также исходя из родословных линий устойчивость к болезни возможна благодаря влиянию ржаного генома. Для определения природы устойчивости в таких образцах тритикале требуются дополнительные селекционно-генетические исследования.

Литература

1. Аблова И. Б., Беспалова Л. А., Колесников Ф. А., Набогов Г. Д., Ковтуненко В. Я., Филобок В. А., Худокормова Ж. Н., Мохова Л. М., Грицай Т. И., Левченко Ю. Г., Тархов А. С., Клевцова С. В. Принципы, методы и результаты селекции озимой пшеницы на устойчивость к болезням в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации: сборник научных трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко. Краснодар: ЭДВИ, 2014. С. 48–67.
2. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие // Под ред. Радченко Е.Е. М.: изд-во Россельхозакадемии, 2008. 416 с.
3. Procunier J. D., Townley-Smith T. F., Fox S., Prashar S., Gray M., Kim W. K., Dyck P. L. PCR-based RAPD/DGGE markers linked to leaf rust resistance genes *Lr29* and *Lr25* in wheat (*Triticum aestivum* L.) // Journal of Genetics & Breeding. 1995. Vol. 49. No. 1. P. 87–91.
4. Schachermayr G., Feuillet C., Keller B. Molecular markers for the detection of the wheat leaf rust resistance gene *Lr10* in diverse genetic backgrounds // Molecular Breeding. 1997. Vol. 3. No. 1. P. 65–74.
5. Weng Y., Azhaguvel P., Devkota R. N., Rudd J. C. PCR-based markers for detection of different sources of 1AL.1RS and 1BL.1RS wheat-rye translocations in wheat background // Plant Breeding. 2007. Vol. 126. No. 5. P. 482–486.

UDC 633.112.9:631.527

Mikov D. S., Davoyan E. R., Zubanova Yu. S., Kovtunenکو V. Ya., Panchenko V. V., Kalmysh A. P.

Identification of triticale lines resistant to leaf rust in the National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko

Summary. Creation of leaf rust resistant varieties is one of the main aims of breeding of this crop. 94 lines of triticale were screened on the presence of genes *Lr10*, *Lr25*, *Lr26* and its combinations. *Lr26* gene was identified in all samples, 3 lines are carriers of *Lr10* gene and presence of *Lr25* was established in 4 lines. Combination *Lr10+Lr26* was identified in lines 13-15т2-6, 13-15т2-7, 13-99т5-7 and 10-205т3-31, combination *Lr25+Lr26* was established in lines 13-159т1-17, 12-80т14-1, 12-т1т-5 and 12-80т14-10. Eighty-five lines are resistant to leaf rust and nine lines are susceptible. In four lines resistance to leaf rust is controlled by *Lr25* gene, in other lines it may be controlled by other gene (-s).

Keywords: triticale, leaf rust, *Lr*-genes.

Мудрова Александра Алексеевна, Яновский Алексей Сергеевич,
Беспалова Людмила Андреевна

Селекция сортов твердой пшеницы альтернативного образа жизни

ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко»
e-mail: mudrova.alya@mail.ru

Особенностью пшениц альтернативного образа жизни (двуручек) является способность колоситься при весеннем посеве. Это позволяет в годы с засушливой осенью высевать их весной для получения полноценного урожая и размножения семян [1]. Многие исследователи считают их группой растений, проявляющей специфическую отзывчивость фотопериода и яровизации на условия внешней среды [2, 3]. Некоторые полагают, что все разнообразие двуручек, возникающих среди озимых пшениц, может быть результатом мутации отдельных полимерных генов, обуславливающих озимость. В ряде случаев у двуручек наблюдается не только повышение свойств озимости, но и формирование свойства яровости. Озимые пшеницы при посеве весной, а тем более в поздние сроки, попадая в несвойственные для их развития условия, не выколашиваются. Яровые же при посеве в более поздние сроки быстрее проходят фазу «всходы-колошение» [4].

Цель исследований – создание сортов твердой пшеницы альтернативного образа жизни с генетически обусловленной повышенной пластичностью и адаптивностью.

Работы по созданию сортов альтернативного образа жизни в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко показывают, что скрещивание озимых, яровых образцов и двуручек между собой приводит к широкому и длительному формообразовательному процессу. Наряду с традиционными для озимой и яровой пшеницы методами селекции, широко применяется модифицированный «метод половинок» [5]. Проявление степени озимости или яровости осуществляется нами также при весеннем посеве озимых форм в питомнике проверки потребности в яровизации. Посев проводится в оптимальные и относительно поздние для яровых колосовых сроки, исключая яровизирующее воздействие пониженными температурами. В дальнейшем формы, колосившиеся, как при первом, так и втором сроке сева изучаются в конкурсном сортоиспытании, где с учетом реакции естественных природных факторов оцениваются по хозяйственно полезным признакам.

В питомнике проверки потребности в яровизации при посеве весной сорт Кордон на 100% выколашивается как в оптимальный, так и в поздний сроки сева. В конкурсном сортоиспытании в 2016 и 2017 гг. отмечено его преимущество в урожайности в сравнении с сортами яровой твердой пшеницы при сохранении высоких параметров качества зерна (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты изучения сорта озимой твердой пшеницы Кордон при посеве весной, Краснодар, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, КСИ, предшественник горох (среднее 2016–2017 гг.)

Сорт	Урожайность, ц/га		Содержание протеина, %	Содержание клейковины, %	SDS, ед. прибора	Натура, г/л	Оценка зерна, балл
	средняя	варьирование от...до					
Кордон	64,3	57,2–71,4	15,8	30,2	52,0	796	8
Вольнодонская	41,1	39,5–42,6	15,5	29,5	53,2	814	8
Николаша	42,9	39,3–46,4	14,9	28,9	48,9	769	8
Ясенка	49,1	38,0–60,2	16,7	32,4	55,5	781	8

Важным достоинством сорта Кордон является повышенная морозостойкость по сравнению со стандартным сортом озимой твердой пшеницы Крупинка. При искусственном промораживании в морозильных камерах в среднем за три года (2013-2015) у сорта Кордон сохранилось живых растений при -150С 78,5%, при -16 °С– 55,1%, что на 16,0–8,9% выше стандартного сорта. Кордон характеризуется высокой иммунитетом к листовым болезням, слабее стандарта поражается фузариозом колоса.

В 2019 году в опытах по паспортизации в двух пунктах изучения в среднем по трем предшественникам по урожайности был близок к высокопродуктивным сортам озимой мягкой пшеницы Тая и Юка (таблица 2).

Среди твердых пшениц Кордон является первым сортом-двуручкой. До настоящего времени в Госреестре селекционных достижений не зарегистрировано и не допущено к использованию в производстве ни одного сорта подобного типа развития.

Таблица 2 – Урожайность сорта Кордон в опытах по паспортизации при осеннем посеве, 2019 г.

Предшественник	Урожайность, ц/га		
	средняя по 12 агровариантам	прибавка	
		± к Таяе	± к Юке
НЦЗ им. П.П. Лукьяненко			
Эспарцет	73,0	-4,6	0,5
Подсолнечник	78,1	-3,1	0
СКСХОС, филиал НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ст. Ленинградская			
Горох	83,4	1,3	4,8
Подсолнечник	81,1	-1,1	4,6

Результаты изучения нового сорта позволяют надеяться, что он станет надежным и достойным дополнением к сортам озимой и яровой твердой пшеницы.

Литература

1. Филобок В. А., Беспалова Л. А., Аблова И. Б., Гуенкова Е. А., Тархов А. С. Селекция сортов двуручек пшеницы, устойчивых к фузариозу колоса // Материалы IV международной научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки». Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 207–209.
2. Стельмах А. Ф., Авсенин В. И., Кучеров В. А., Воронин А. Н. Изучение роли генетических систем Vrn и Rpd у мягкой пшеницы // Вопросы генетики и селекции зерновых культур КОЦ СЭВ. 1987. Вып. 3. С.125–132.
3. Мережко А. Ф. О слабых доминантных аллелях генов типа развития (Vrn) у мягкой пшеницы // Генетические исследования злаковых культур. 1989. Т. 128. С.65–70.
4. Лященко И. Ф. Пшеницы и ячмени двуручки. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1973. 64 с.
5. Филобок В. А., Гуенкова Е. А., Беспалова Л. А., Кошкин В. А., Потокина Е. К. Создание адаптированного генофонда альтернативного образа жизни мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. №1. С. 38–42.

UDC 633.112.1:631.527

Mudrova A. A., Yanovsky A. S., Bepalova L. A.

Breeding durum wheat of an alternative growing cycle

Summary. The aim of the research was to create durum wheat variety of an alternative growing cycle with genetically determined increased plasticity and adaptability. Created variety “Cordon” is characterized by high immunity to leaf diseases; it is affected by spike fusarium weaker than the standard one. In terms of yield, the studied variety was close to the highly productive varieties of winter soft wheat ‘Tanya’ and ‘Yuka’. In competitive variety testing in 2016 and 2017, its advantage in productivity compared to varieties of spring durum wheat was noted; high grain quality parameters were saved, too. The frost resistance was also not inferior to the standard variety ‘Krupinka’.

Keywords: durum wheat, alternative growing cycle, vernalization, productivity.

УДК 633.81

Мягких Елена Фёдоровна¹, Коротких Ирина Николаевна²

Продуктивность некоторых сортов *Origanum vulgare* L. в условиях Предгорной зоны Крыма

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»

e-mail: origanum.science@mail.ru

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) является ценной эфиромасличной, зеленой и лекарственной культурой, которая находит широкое применение в парфюмерно-косметической, пищевой и фармацевтической промышленности, а также в декоративном озеленении. Для успешного выращивания сортов данного растения в регионах, отличающихся погодно-климатическими условиями, необходимо их испытание в различных экологических условиях.

Цель исследований – сравнительное изучение сортов селекции ФГБНУ ВИЛАР (Радуга, Зима, Славница) по морфо-биологическим особенностям и хозяйственно ценным признакам в условиях Предгорной зоны Крыма.

В 2016 г. в ФГБУН «НИИСХ Крыма» поступил сортовой материал *O. vulgare* сортов Радуга, Зима и Славница селекции ФГБНУ ВИЛАР, который был размножен методом зеленого черенкования и высажен в питомник экологического испытания. В 2017-2018 гг. было проведено их сравнительное изучение по фенологическим, морфологическим (высота, диаметр растений, количество побегов в растении) и хозяйственно ценным признакам (масса надземной части с 1 растения, массовая доля эфирного масла, его сбор и компонентный состав).

Установлено, что изученные образцы в условиях Предгорья Крыма проходят все фенологические фазы и формируют вызревшие семена:

- возобновление вегетации после периода зимнего покоя отмечали в начале I декады апреля,
- начало бутонизации – в III декаде июня у сортов Славница и Зима и в I декаде июля у сорта Радуга,
- наступление фазы массового цветения было отмечено в конце I – начале II декады июля также у двух сортов (Славница и Зима), а у сорта Радуга – в середине-конце II декады июля,
- фаза плодоношения наступала – в I декаде августа соответственно у сортов Славница и Зима и в конце II декады августа у сорта Радуга.

Таким образом, в условиях Крыма сорта Славница и Зима являются раннеспелыми, т.к. они вступали в фазу массового цветения 9-12 июля, а сорт Радуга – среднеспелым (массовое цветение отмечено 16-18 июля).

Средняя масса растений изученных образцов на второй и третий год вегетации составила $0,21 \pm 0,03$ – $0,40 \pm 0,07$ кг. Засушливые погодные условия в период формирования вегетативной массы растений (III декада апреля – май) способствовали формированию растений третьего года вегетации с более (на 21,7–32,1 %) низкой массой по сравнению с предыдущим годом.

Важным показателем продуктивности для эфиромасличных растений является массовая доля эфирного масла. Средняя массовая доля эфирного масла исследованных сортов составила $0,04 \pm 0,06$ – $0,06 \pm 0,24$ % от сырой массы и $0,10 \pm 0,55$ – $0,17 \pm 0,61$ % от абсолютно сухой массы. В 2018 г. дожди в период массового цветения привели к существенному снижению доли эфирного масла в растениях душицы (от следовых количеств до $0,03 \pm 0,03$ % от абсолютно сухой массы).

Анализ компонентного состава эфирного масла исследуемых образцов показал, что в качестве основных компонентов эфирного масла исследуемые сорта содержат

гермакрен D (18,4–19,5%) и β -кариофиллен (18,8–27,0%), содержание фенолов (карвакрола, тимола) не превышало 1,1%.

Одним из основных хозяйственно ценных показателей является потенциальный сбор эфирного масла, который по результатам исследований составил 0,4–0,9 г/м². Наибольшим потенциальным сбором эфирного масла с единицы площади характеризовался сорт Радуга: от 1,3±0,22 г/м² в 2017 г. до 0,5±0,12 г/м² в 2018 г.

Таким образом, в условиях Предгорной зоны Крыма сорта Радуга, Зима и Славница проходят весь цикл развития. В исследуемые годы их урожайность составила 1,05±0,2–1,90±0,3 кг/м², массовая доля эфирного масла – от 0,04±0,06 до 0,06±0,24 % от сырой массы и от 0,10±0,55 до 0,17±0,61 % от абсолютно сухой массы, сбор эфирного масла – 0,4–0,9 г/м², основными компонентами которого являются – гермакрен D (18,4–19,5%) и β -кариофиллен (18,8–27,0%).

UDC 633.81

Myagkikg E. F., Korotkikh I. N.

Productivity of some varieties of *Origanum vulgare* L. in the Foothill zone of the Crimea

Summary. The purpose of the research is a comparative study of the *Origanum vulgare* L. varieties ‘Raduga’, ‘Zima’, ‘Slavnitsa’ bred in the FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (VILAR) according to morphological and biological characteristics and economically valuable traits under conditions of the Foothill zone of the Crimea. The productivity of the aforementioned varieties amounted to 1.05±0.2–1.90±0.3 kg/m²; mass fraction of essential oil – 0.04±0.06–0.06±0.24 % of fresh weight and 0.10 ±0.55–0.17±0.61% of absolutely dry weight; essential oil collection – 0.4–0.9 g/m². Germacrene D (18.4–19.5%) and β -caryophyllene (18.8–27.0%) are the main components of the essential oil collected from some varieties of *Origanum vulgare* L.

Keywords: *Origanum vulgare* L., economically valuable traits, variety, essential oil.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-71

УДК 633.81

Невкрытая Наталья Владимировна, Новиков Илья Александрович
Итоги конкурсного сортоиспытания Melissa высочайшей
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: nevkritaya@mail.ru

Целью настоящего исследования являлось изучение на этапе конкурсного сортоиспытания морфо-биологических параметров и показателей продуктивности перспективного сортообразца МД 1-17 мелиссы высочайшей *Melissa officinalis* L. subsp. *altissima* (Smith.) Arcang. В сравнении с сортами мелиссы лекарственной *M. Officinalis* L. subsp. *officinalis* Крымчанка (селекции ФГБУН «НИИСХ Крыма») и Лада (селекции ФГБНУ ВИЛАР). Исследование проведено в 2017–2019 гг. в отделе эфиромасличных и лекарственных культур ФГБУН «НИИСХ Крыма». Опытный участок расположен в восточной части Крыма (с. Крымская Роза Белогорского района). Климат региона умеренно-континентальный. Территория относится к одному из пяти агроклиматических районов – верхнему предгорному, теплому, недостаточно влажному; к северному подрайону с умеренно мягкой зимой [1].

Питомник конкурсного сортоиспытания заложен в апреле 2017 г. Саженьцы получены путем вегетативного размножения (укоренение зеленых черенков). Делянки двухрядковые длиной 5 м, ширина междурядий – 0,6 м, площадь делянки – 6 м². Количество растений на делянке – 34 (по 17 растений в ряду). Повторность опыта – трехкратная.

Учеты и анализы основных морфо-биологических параметров и показателей продуктивности проведены в фазе полного цветения в соответствии с методическими

рекомендациями для эфиромасличных растений [2, 3]. Выполнена статистическая обработка полученных данных с использованием Microsoft Office Excel 2010 [4].

Метеоусловия в годы конкурсного сортоиспытания существенно различались. Максимальная температура в апреле–мае, когда идет активное нарастание вегетативной массы, отмечена в 2018 г., а самый высокий температурный режим июня – в 2019 г. Максимальным количеством осадков, значительно превышающим средние многолетние показатели апреля и мая, характеризовался 2017 г. Более засушливыми были условия 2019 г. Но крайне экстремальным – жарким и засушливым оказался этот период в 2018 г.

Анализ морфо-биологических параметров растений изучаемых образцов показал, что сорта мелиссы Крымчанка и Лада не различались по высоте растений, которая составляет в среднем $49,9 \pm 2,0$ и $55,4 \pm 4,0$ см соответственно. Значительно большей высотой характеризуются растения образца МД 1-17, среднее значение которой составляет $82,0 \pm 5,6$ см, что, в среднем на 32,1 и 26,6 см выше, чем у растений сравниваемых сортов соответственно.

При высушивании свежего сырья обоих сортов его масса уменьшается в среднем в 2,8 раза. Масса воздушно-сухого сырья сортообразца МД 1-17 меньше массы свежего сырья в 3,5 раза.

Изучение параметров продуктивности показало отсутствие достоверных различий между сортами Крымчанка и Лада по урожайности свежего сырья (соответственно в среднем $104,2 \pm 17,4$ и $114,0 \pm 15,8$ ц/га). Урожайность сырья образца МД 1-17 была существенно выше и составляла в среднем $184,9 \pm 46,8$ ц/га.

Сопоставление содержания эфирного масла позволило определить, что наименьшим значением данного показателя характеризовался сорт Лада (соответственно в среднем 0,014 и 0,053 % от абсолютно сухого и воздушно-сухого сырья соответственно). Содержание эфирного масла в абсолютно сухом сырье сорта Крымчанка (в среднем 0,128 %) выше, чем у сортообразца МД 1-17 (0,083 %), а по содержанию эфирного масла в воздушно-сухом сырье эти сортообразцы достоверно не отличались (0,129 и 0,125 %).

Наименьшим сбором эфирного масла характеризовался сорт Лада (в среднем, $0,6 \pm 0,6$ и $1,9 \pm 0,4$ кг/га из свежего и воздушно сухого сырья соответственно). Наибольший сбор эфирного масла получен у сортообразца МД 1-17 (соответственно $4,6 \pm 1,2$ и $6,6 \pm 1,9$ кг/га), что достоверно выше, чем у сорта Крымчанка ($4,0 \pm 0,9$ и $4,2 \pm 0,2$ кг/га).

Высокие ошибки средних показателей урожайности и сбора эфирного масла обусловлены значительной зависимостью как от возраста растений, так и от метеоусловий года.

Одним из основных компонентов эфирного масла сортов мелиссы подвида лекарственная является цитраль (смесь изомеров – E-гераниаль и Z-нераль) [5, 6]. Содержание цитраля существенно варьировало по годам от 8,8 до 36,6 %. Также в значительных количествах в эфирном масле из свежего сырья содержатся кариофиллен (14,5–19,5 %) и гермакрен D (11,8–26,5 %). Содержание этих компонентов оказалось более стабильным по годам у обоих сортов.

Отличие эфирного масла сортообразца МД 1-17 в том, что его основными компонентами являются кариофиллен (25,3–35,9 %) и гермакрен D (17,7–31,2 %) при практически полном отсутствии или незначительном количестве цитраля (0,1–7,3 %). Эти данные соответствуют информации других исследователей, изучавших данный подвид мелиссы [7].

Подана заявка на регистрацию нового сорта мелиссы Таврида.

Литература

1. Савчук Л. П. Климат предгорья Крыма и эфироносы. Симферополь, 2006. 76 с.
2. Селекция эфиромасличных культур (Методические указания) // Под ред. Аришштейн А. И. Симферополь: ВНИИЭМК, 1977. 150 с.

3. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел: сб. научных работ. Симферополь: ВНИИЭМК, 1972. 107 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
5. Ефремов А. А., Зыкова И. Д., Горбачев А. Е. Компонентный состав масла мелиссы лекарственной окрестностей Красноярска по данным хромато-масс-спектрологии // Химия растительного сырья. 2015. № 1. С. 77–81. DOI: 14258/jcprm.201501415.
6. Uyanik M., Gurbuz B. Chemical diversity in essential oil compositions of leaf, herb and flower in lemon balm (*Melissa officinalis* L.) // Turkish journal of Agricultural and Natural Sciences. 2014. No. 1(2). P. 210–214.
7. Basta A., Tzakou O., Couladis M. Composition of the leaves essential oil of *Melissa officinalis* s. L. from Greece // Flavour Fragr. J., 2005. No. 20. P. 642–644. DOI: 10.1002/ffj.1518.

UDC 633.81

Nevkrytaya N. V., Novikov I. A.

Results of competitive variety trials of promising cultivar of *Melissa officinalis* L. subsp. *Altissima* (Smith.) Arcang.

Summary. In 2017–2019, a competitive variety trial of promising cultivar MD 1-17 of *Melissa officinalis* L. subsp. *Altissima* (Smith.) Arcang was conducted. We compared it with *M. officinalis* L. subsp. *Officinalis* varieties ‘Krymchanka’ and ‘Lada’. Cultivar MD 1-17 significantly exceeds other varieties in terms of yield of fresh plant material (on average, by 77.4 and 62.2 %, respectively). It also surpasses variety ‘Krymchanka’ (the best in collecting essential oil from air-dried raw materials) by 57.1 %. Basic components presented in the essential oil of *M. officinalis* L. subsp. *Altissima* (Smith.) Arcang. cv. MD 1-17. Promising cultivar are caryophyllene (25.3–35.9 %) and germacrene D (17.7–31.2 %). Citral is almost completely absent or present in an insignificant amount (0.1–7.3 %); its proportion in the essential oil of varieties ‘Krymchanka’ and ‘Lada’ can reach 36.6 %.

Keywords: *Melissa officinalis* L., competitive variety trials, variety, cultivar, essential oil, productivity indicators.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-72

УДК 632.262:631.5

Немтинов Виктор Илларионович¹, Широкова Анна Владимировна²,
Зубоченко Алла Анатольевна¹, Белова Ирина Викторовна¹, Грунина Елена
Николаевна¹, Данилова Ирина Львовна¹, Серебрякова Ольга Александровна¹

Оценка химических мутагенов по комплексу признаков в селекции чеснока

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;
e-mail: priemnaya@niskh.ru

²ФГБУН «Институт биологии развития им. И. К. Кольцова РАН»
e-mail: nfo@idbras.ru

Чеснок является одним из полезных для здоровья человека продуктов с большим количеством целебных свойств, поэтому сортовой набор в реестре селекционных достижений России ежегодно пополняется. В 2018 г. в реестр внесено 38 сортов чеснока, однако из-за засушливых условий Крыма они не пригодны к культивированию в данном регионе. В настоящее время в Крыму распространен только один украинский сорт Любаша. Сегодня производству необходим набор 4–5 сортов [1, 2], с обновлением посадочного материала раз в 3–5 лет. Использование химического мутагенеза на чесноке актуально в создании сорта со стабильными признаками – повышенной урожайностью и устойчивостью к болезням. Мировым лидером в выращивании чеснока является Китай. По оценкам аналитиков, производство чеснока в этой стране в 2012 г. составило 20 млн т. Вслед за ним отмечена Индия (1,15 млн тонн), Республика Корея (0,35 млн т), Египет (0,31 млн т). Импорт чеснока в Россию составляет порядка 17–18 % в структуре рынка, так как в России на промышленной основе чеснок выращивают в малых объемах (основное производство сосредоточено в хозяйствах населения), доля импорта на товарном рынке чеснока может быть оценена в 90–98 %. Экспорт практически отсутствует.

Нестабильная урожайность (связанная с ошибочными методами отбора посадочного материала, вирусные заболевания – желтая мозаика *Lysv*, желтая карликовость *Gysv*, стрик *Oysv* и множество поливирусов) – факторы, влияющие на результат выхода продукции [1]. Необходимо совершенствовать метод оздоровления посадочного материала. Размножение чеснока через воздушные луковички с использованием химического мутагенеза это один из путей достижения цели.

Цель исследований – оценка разной концентрации химических мутагенов по комплексу признаков для использования в селекции озимого чеснока. Осенью 2015 г. совместно с Институтом биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН (г. Москва) воздушные луковички стрелкующегося озимого чеснока местной популяции (с. Укромное, Республика Крым) были обработаны химическими мутагенами первой группы, которые способны переносить алкидные соединения на другие молекулы – ДЭС (диэтилфосфат) 0,025; 0,05 и 0,1 %, а также ДМС (диметилсульфат) 0,02; 0,04 и 0,08 %. В 2019 г. проведена оценка роста и развития растений, ранее обработанных мутагенами в первой генерации выращивания. Растения выращивались по рядовой схеме, через 70 см. на капельном поливе. Морфометрические признаки (высота, размеры листьев) – это показатели силы роста растений (таблица 1). При оценке признаков также использовали сорт чеснока озимого Любаша (как производственный эталон). По всем метрическим показателям он уступал образцам в вариантах опыта.

Таблица 1 – Морфометрические признаки линейного роста растений в 2019 г.

№ варианта, % мутагена	Высота растений, см	Длина листа, см	Ширина листа, см
8А – сорт Любаша (сакская популяция без обработки)	88,7	60,0	3,5
Контроль (без обработки)	117,3	71,7	3,8
0,025 % ДЭС	117,3	69,3	4,0
0,05 % ДЭС	122,3	71,7	3,8
0,1 % ДЭС	114,7	64,3	3,8
0,02 % ДМС	116,0	62,3	3,8
0,04 % ДМС	117,7	65,7	4,3
0,08 % ДМС	122,7	58,0	3,5
НСР ₀₅	2,7	3,1	0,5

На 5 см и более опережали контроль варианты 3 и 7 по высоте растений, на 0,5 см по ширине листьев – вариант 6, при достоверности уменьшения длины листьев в вариантах 4–7. Химические мутагены не оказали влияние на количество листьев растений (таблица 2).

Таблица 2 – Количественные и метрические признаки растений чеснока в 2019 г.

№ варианта, % мутагена	Количество листьев, шт.	Высота ложного стебля, см	Диаметр ложного стебля, см
8А – сорт Любаша (сакская популяция без обработки)	7,7	9,7	2,8
Контроль (без обработки)	10,0	13,0	3,2
0,025 % ДЭС	9,7	16,7	3,2
0,05 % ДЭС	9,7	14,7	2,8
0,1 % ДЭС	10,3	14,7	2,7
0,02 % ДМС	9,3	14,7	3,2
0,04 % ДМС	9,3	14,7	2,8
0,08 % ДМС	9,7	14,7	3,2
НСР ₀₅	1,2	1,8	0,4

При 5 %-ном уровне значимости 0,025 % препарат ДЭС достоверно увеличивал высоту ложного стебля в варианте 2. При более высокой концентрации препаратов ДЭС и ДМС: 0,05–0,1 % и 0,4 % обработки достоверно уменьшали диаметр ложного стебля. Количественные и метрические признаки сорта Любаша также уступали по всем вариантам опыта.

Наиболее интенсивно химические мутагены влияли на урожайность, размер и массу луковиц (таблица 3). Достоверная прибавка урожайности луковиц отмечена в вариантах 2, 3, 5, 6, что превышало контроль на 13–23 %.

Наибольшее увеличение диаметра и массы луковиц отмечено в вариантах 2, 4, 7 и 2; 6, где обработка 0,025 % ДЭС и 0,04 % ДМС увеличивала массу луковиц на 27 и 32 % по сравнению с контролем. Количество зубков луковиц по вариантам находилось в пределах ошибки опыта. По всем показателям сорт Любаша 8А уступал вариантам опыта, кроме некоторых значений в варианте 8 Б.

Таблица 3 – Влияние химических мутагенов на хозяйственно ценные признаки, 2019 г.

№ варианта, % мутагена	Урожайность, кг/м ²	Диаметр луковицы, см	Средняя масса луковицы, г	Количество зубков, шт.
8А – сорт Любаша (сакская популяция без обработки)	1,24	5,7	103	4,3
8Б – сорт Любаша (джанкойская популяция без обработки)	1,45	7,0	100	5,7
Контроль (без обработки)	1,32	7,5	95	7,0
0,025% ДЭС	1,49	7,9	121	6,7
0,05% ДЭС	1,56	7,6	111	7,3
0,1% ДЭС	1,12	7,7	107	8,3
0,02% ДМС	1,54	7,4	107	7,3
0,04% ДМС	1,62	7,4	125	7,0
0,08% ДМС	1,36	7,7	96	6,7
НСР ₀₅	0,12	0,5	6,0	1,5

Развитие новейших технологий в физиологических и медицинских исследованиях подтверждает важную роль микроэлементов в метаболических реакциях и субмолекулярных процессах, активность которых зависит от наличия определенных макро- и микроэлементов в суточном рационе человека. Эссенциальными микронутриентами человека и млекопитающих являются элементы: Fe, Mn, Zn, Cu и Se. Велика потенциальная возможность селена в борьбе со старостью, заболеваниями сердца и опухолями, повышением иммунитета, увеличением продуктивной активности организма, создания эффективной защиты от тяжелых металлов. Выявлен характер накопления Se и других элементов образцами чеснока, которые можно использовать для профилактики дефицита микроэлементов [3], (таблица 4).

Таблица 4 – Микроэлементы в продукции чеснока при использовании химических мутагенов, 2019 г.

Контроль (без обработки) содержит:		Тенденция накопления микроэлементов, мг/кг
микроэлемент	мг/кг	
Селен	0,22	Увеличение концентрации обоих мутагенов до тах ДЭС и до 0,04 % ДМС накапливает Se: по ДЭС (до 0,48), что больше в 2,2 раза и ДМС (до 0,38), что больше в 1,7 раза контроля
Цинк	15,2	Увеличение ДМС до 0,08 % накапливает Zn больше на 21 % и увеличение ДЭС до 0,1% меньше Zn на 18 %
Железо	10,8	Увеличение ДМС и ДЭС до тах уменьшает накопление Fe на 10 и 18 %, но на 21 % увеличивает содержание Fe при 0,02 % ДМС
Медь	5,1	Увеличение ДМС и ДЭС до тах снижает накопление Cu на 33 и 57 %

Примечание. Сорт Любаша 8А содержит (мг/кг): Se – 0,21; Zn – 12,6; Fe – 9,3; Cu – 2,2, что почти не отличалось от значений контрольного варианта.

Оценка химического состава продукции при использовании мутагенов является весомым показателем в селекции чеснока озимого. По сравнению с контролем увеличение концентрации ДЭС и ДМС до максимального, происходило большее накопление сухого вещества по препаратам на 7,6 и 8,1 %. Наибольшее содержание обеспечивают препараты – 0,01 % ДЭС (44,0 %) и 0,08 % ДМС (44,2 %) при достоверном превышении среднего значения ($\bar{X} = 42,6$) на 3,3–3,6 % (таблица 5).

Увеличение концентрации обоих препаратов также способствовало увеличению накоплению суммы сахаров по сравнению с контролем. При 0,1 % ДЭС и 0,4 % ДМС количество суммы сахаров достигало 12,4 и 11,6 %, что превышало контроль на 16 и 8,6 %.

Оценка содержания витамина С показала, что различные концентрации не оказали существенного влияния на его содержание в продукции. Его варьирование по препаратам варьировало от 5 до 6 %. Наибольшее накопление эфирного масла отмечено при применении препаратами в средних концентрациях –0,05 % ДЭС и 0,04 % ДМС, что превышало контрольный вариант в 2,1–2,8 раза.

Таблица 5 – Химический состав чеснока озимого при использовании мутагенов, 2019 г.

Вариант, % мутагена	Сухое вещество, %	Содержание общих сахаров, %	Содержание витамина С, мг/100 г	Массовая доля эфирного масла, %
8А – сорт Любаша (сакская популяция без обработки)	39,4±0,2	10,65±0,02	3,40±0,01	0,035±0,002
Контроль	40,9±0,4	10,70±0,36	5,17±0,29	0,045±0,001
0,025 % ДЭС	42,1±0,3	10,53±0,09	3,70±0,02	0,032±0,002
0,05 % ДЭС	39,5±0,2	11,83±0,01	3,20±0,02	0,093±0,004
0,1 % ДЭС	44,0±0,1	12,40±0,09	2,71±0,16	0,038±0,001
0,02 % ДМС	43,8±0,3	11,55±0,07	4,45±0,17	0,063±0,003
0,04 % ДМС	43,7±0,2	11,62±0,13	5,02±0,05	0,126±0,010
0,08% ДМС	44,6±0,2	11,41±0,11	3,96±0,12	0,048±0,004

По сравнению с контролем увеличение концентрации мутагенов также способствовало накоплению суммы сахаров по обоим препаратам. При 0,1 % ДЭС накопление сахаров достигало 12,4 %, что больше контроля на 15,9 % при низкой и средней концентрации ДМС 0,02 и 0,04 % отмечено увеличение суммы сахаров с превышением контроля на 7,9–8,6% при превышении среднего значения $\bar{X} = 11,41$ по препарату ДЭС на 8,6% и ДМС до 1,8 %. Оценка содержания витамина С, показала, что различные концентрации не оказали существенного влияния на увеличение витамина С в продукции. Наибольшее накопление эфирного масла отмечено в средних концентрациях препаратов – 0,05% ДЭС и 0,04% ДМС, что больше контроля в 2,1 и 2,8 раза, при превышении среднего значения ($\bar{X} = 0,048$) в 1,9–2,6 раза.

Таким образом, установлено положительное влияние обработок химических мутагенами воздушных луковичек чеснока на морфометрические, хозяйственно ценные признаки и химический состав луковиц чеснока озимого во второй генерации.

Литература

1. Поляков А. В., Зубалий А. В. К проблеме получения безвирусного посадочного материала чеснока озимого // Международная научно-практическая конференции к 85-летию ВНИИО «Научное обеспечение отрасли овощеводства России в современных условиях». М.: ВНИИО, 2015. С. 328–332.
2. Сыч З. Д. Чеснок: новые перспективы для бизнеса // Овощеводство. 2013. № 10. С. 15–17.
3. Немтинов В. И., Голубкина Н. А., Костанчук Ю. Н., Кошеваров А. А., Тимашева Л. А., Пехова О. А. Комплексная оценка сладких и полустрых сортообразцов *Allium cepa* L. южного подвида // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 3 (19). С. 112–127.

UDC 632.262:631.5

Nemtinov V. I., Shirokova A. V., Zubochenko A. A., Belova I. V., Grunina E. N., Danilova I. L., Serebryakova O. A.

Assessment of chemical mutagens by a complex of features in the selection of garlic

Summary. Some positive effect of chemical mutagen treatments of air garlic bulbs on the morphometric parameters and economically valuable traits of winter garlic bulbs in the second generation was established.

Keywords: winter garlic, air bulbs, mutagenesis, morphometry, productivity, chemical composition, microelements.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-73

УДК 633.15:631.53

Огняник Людмила Григорьевна, Лемещенко Роман Анатольевич, Парпуренко
Наталья Владимировна

Стерильность семеноводческих партий кукурузы в контрастных климатических зонах

ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко»
e-mail: kniish@mail.ru

Семеноводство кукурузы в Научном Центре Зерна им. П.П. Лукьяненко основывается на использовании цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) по схеме полного восстановления фертильности без обрывания метёлок [1, 2].

Семеноводческие партии производятся по 18 районированным гибридам для всех кукурузосеющих регионов России, а также продажи за границу (Республика Беларусь, Республика Казахстан, Республика Киргизия). Все выращенные семена родительских форм гибридов кукурузы в обязательном порядке оценивают методом грунтового контроля и должны соответствовать действующим стандартам [3, 4]. Семена, не прошедшие грунтоконтроль, не допускают к посеву и продаже.

Цель исследований – получить данные о качестве свежубранных семян при использовании зимних питомников.

На посев отбирали образцы семян стерильных материнских форм производственных гибридов. Посев производили вручную. Прорывки растений и сортовые прополки не проводили.

С 2016 г. оценка стерильных партий материнских форм гибридов проводится на острове Хайнань (КНР). Климат в провинции субэкваториальный. Среднегодовая температура воздуха +24 °С. В зимние месяцы +20 – +23 °С, осадки – 43,0–50,0 мм в месяц. Почвы песчаные, полив проводится через каждые два дня.

Климатические условия Краснодара во время цветения кукурузы характеризуются почвенной и воздушной засухой. Средняя температура в летние месяцы +28,3 – +31,6 °С, влажность – 44,0–49,6 %, осадки – 11,9–21,0 мм в 2018 г., без полива. Цветение метелок описывали в фазы начала и конца цветения по шкале М. И. Хаджинова и Э. А. Вахрушевой [5]. Оценку всех растений на делянках производили визуально.

В 2018 г. оценка цветения метёлок стерильных родительских форм кукурузы была проведена в январе на острове Хайнань и в июле в г. Краснодар. Приведённые данные дают характеристику стерильных материнских форм семи районированных гибридов. Показатели стерильности в климатических условиях о. Хайнань по партиям: 762 на 0,2 %, 763 на 0,3 %, 720 на 0,8 % оказались ниже, чем данные в Краснодаре, но в пределах стандарта. Массовое количество растений со стерильными пыльниками отмечены в партии 721, что характерно для М-типа – ЦМС, в условиях повышенной влажности проявляется действие генов-модификаторов, которые регулируют активность других генов, усиливая их проявление [6]. В Краснодаре в 2018 г. такого эффекта не наблюдалось. В партиях 713 и 761 в двух пунктах испытания отмечена фертильность более одного процента. По остальным партиям процент стерильности отличался не значительно.

Результаты проведения грунтового контроля представлены в таблице.

Полученные данные показывают, что произведенные в НЦЗ им. П. П. Лукьяненко семена родительских форм партий: 716,720,722,723,762,763, отвечают принятым стандартам.

Контроль и оценка качества семеноводческих партий кукурузы, проводимые методом грунтового контроля в контрастных климатических зонах, позволяют повысить конкурентоспособность гибридов кукурузы в Российской Федерации и за рубежом.

Таблица – Характеристика стерильных материнских форм гибридов кукурузы, 2018 г.

№ П/П	Родительская форма	№ партии	Стерильность %		Родительские формы гибридов
			КНР о. Хайнань	РФ г. Краснодар	
1	Ольга С	762	99,2	99,4	РОСС 140 СВ
2	Софья М	713	98,6	98,6	РОСС 130 МВ
3	Калина М	761	98,8	98,4	РОСС 199 МВ
4	Калина М	763	99,7	100	
5	Круча М	723	99,5	99,1	Кр 194 МВ
6	Круча М	720	99,2	100	
7	Кр 640 УМ	721	99,7	98,8	Кр 291 АМВ
8	Кубанка М	722	99,8	100	Кр 385 МВ
9	Казачка М	716	100	100	Кр 415 МВ

Литература

1. Гибриды кукурузы селекции: ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», ООО «НПО Кубаньзерно» характеристика гибридов, производители семян // Сост. Романенко А. А., Супрунов А. И. Краснодар: ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», 2017. 28 с.
2. Сорты и гибриды: каталог // Сост. Романенко А. А. [и др.]. Краснодар: КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко, 2017. 128 с.
3. Методические указания по производству гибридных семян кукурузы // Под ред. Сотченко В. С., Горбачева А. Г. [и др.]. Пятигорск, 2011. 15 с.
4. Франковская М. Т., Огняник Л. Г., Лемещенко Р. А., Оценка качества семян родительских форм гибридов кукурузы // Кукуруза и сорго. 2010. № 1. С. 12–14.
5. Хаджинов М. И. Вахрушева Э. И. Использование ЦМС в селекции и семеноводстве гибридной кукурузы // Сборник «Опыт выращивания гибридных семян кукурузы на стерильной основе». М.: Изд-во Мин-ва с.х. СССР, 1964. С. 29–64.
6. Франковская М. Т., Огняник Л. Г., Куц Н. Н. Особенности проявления и использования цитоплазматической мужской стерильности у кукурузы // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. 1999. С. 44–57.

UDC 633.15:631.53

Ognianik L. G., Lemeshchenko R. A., Parpurenko N. V.

Sterility of seed batches of corn in contrasting climatic zones

Summary. The article presents the results of soil control of sterile maternal forms of corn hybrids in winter crops on the island of Hainan (China) and in summer crops in the Krasnodar city (Russia) in 2018. In order to assess the sterility of seed parties, based on the data obtained, not less than 99% sterility was noted in the six studied parental forms.

Keywords: soil control, sterility, quality, seeds, maternal form.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-75

УДК 633.367: 631.52

Пташник Ольга Павловна

Результаты интродукции сортов и сортономеров Люпина в условиях степного Крыма

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: ptashnik_61@mail.ru

Интродукция и расширение ассортимента кормовых культур являются актуальными проблемами кормопроизводства. При этом большую роль играет подбор культур, которые должны характеризоваться высокой и стабильной урожайностью, хорошими кормовыми достоинствами, меньшими энергозатратами на возделывание, высокой биологической пластичностью и адаптивностью, меньшей

требовательностью к почвенно-климатическим условиям и рационально использующие агроклиматические условия зоны возделывания [1, 2].

Привлекательность люпина для России связана с тем, что его в отличие от сои можно возделывать в разных регионах практически без ограничений по почвенным и климатическим условиям. В сельскохозяйственном производстве страны используется три однолетних вида люпина – узколистный, желтый и белый. Каждый из них имеет свои биологические особенности, занимает определенную экологическую нишу и не исключает один другого [3, 4].

Основная цель наших исследований – изучить адаптивные свойства сортов и сортономеров видов люпина, дать им оценку по хозяйственным показателям и потенциальной урожайности в условиях степного Крыма. Исследования проводят с 2019 г. Полевой опытный участок расположен на базе отделения полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма». Место расположения – с. Клепинино, Красногвардейского района Республики Крым.

Материалом для исследования послужили сорта и селекционные номера селекции ведущих научных учреждений России: ФГБНУ «Всероссийский НИИ люпина» и ФГБНУ «ФНЦ зернобобовых и крупяных культур». Всего в изучении находилось: люпина белого – 11 номеров, люпина узколистного — 6, люпина желтого – один сорт.

Полевой опыт закладывали систематическим методом со смещением делянок в четыре яруса, повторность четырехкратная. Площадь делянок – 25 м². Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [5, 6]. Агротехника возделывания люпина – рекомендованная Всероссийским НИИ люпина.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный, мицелярно-карбонатный. Содержание гумуса в пахотном слое – 2,26%. Мощность гумусового слоя составляет 50 см. В пахотном слое валовое содержание азота 0,18–0,20%; фосфора – 0,12–0,14%; калия – 2,1–2,4%; количество гидролизуемого азота – 3,0–4,0 мг, подвижного фосфора – 4,6–6,0 мг, обменного калия – 32–36 мг на 100 г абсолютно сухой почвы. Объемная масса в пахотном слое составляет 1,02–1,15 см³. Южные черноземы, благодаря своему тяжелому механическому составу подвержены быстрому уплотнению [7].

Климат района расположения опытов засушливый, умеренно-жаркий, с умеренно-мягкой и мягкой зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет 9,8–11°C. Сумма температур выше 10 °C – 3100–3500 °C. Годовая сумма осадков 316–466 мм, из них в период с температурой выше 10 °C – 192–235 мм. Максимум осадков выпадает в июле [7].

Высевали образцы люпина в один день – 21 марта, всходы появились спустя 13–18 дней, позже всех – у люпина желтого. Фенологические фазы развития растений у всех видов люпина наступали практически в один период. Только у люпина желтого цветение началось на 5 дней позже других видов. В целом, вегетационный период по видам люпина составил: у белого – 93, узколистного – 99 и желтого – 95 дней.

Агрометеорологические условия в год исследований были контрастно переменными. Развитие всходов люпина проходило при умеренной температуре и достаточном увлажнении почвы: запасы продуктивной влаги в слое 0–20 см составили 30–35 мм, в слое 0–100 см – 124–142 мм. Период интенсивного роста вегетирующей массы (стеблевание–бутонизация) протекал при повышенном температурном режиме и дефиците влаги в конце апреля–середине мая. Осадки в конце второй и третьей декад мая (выпало по 11,5 мм) улучшили условия по влагообеспеченности, что положительно повлияло на формирование урожая люпина. Во время плодообразования (в июне) стояла жаркая погода с периодически выпадающими осадками. Выпадение осадков в конце июня отрицательно отразилось на росте растений люпина узколистного. Это привело к изростанию вегетирующей

массы – образованию новых побегов, когда основная масса образовавшихся бобов уже созрела. В целом, за период вегетации люпина сумма эффективных температур составила 1339 °С, сумма осадков – 194,5 мм.

Учет продуктивности люпина показал, что средняя урожайность зерна сортов люпина белого составила 1,63 т/га, узколистного – 1,18 т/га и желтого – 0,72 т/га. Диапазон урожайности сортов люпина белого – 1,44–1,74 т/га, узколистного – 0,83–1,64 т/га. Среди сортов люпина белого наиболее высокая урожайность зерна получена у селекционных номеров СН-2-17 – 1,77 т/га и СН-78-16 – 1,74 т/га; люпина узколистного Белорозовый 144 – 1,64 т/га (таблица).

Таблица – Показатели продуктивности и качества продукции изучаемых сортообразцов люпина в условиях степного Крыма, 2019 г.

Культура, сорт, сортономер	Показатель продуктивности			Содержание в зерне, %		
	масса зерна с растения, г	Масса 1000 семян, г	урожайность, т/га	протеина	жира	алкалоидов
<i>Люпин белый (Lupinus albus L.)</i>						
Мичуринский (St.)	3,05	202	1,53	27,69	6,23	0,045
Пилигрим	3,53	217	1,66	28,48	10,85	0,053
СН-1022-09	4,24	202	1,65	27,82	10,65	0,056
СН-1677-10	3,30	222	1,73	29,45	9,46	0,038
СН-78-16	3,28	220	1,74	27,98	10,39	0,042
СН-2-17	3,60	200	1,77	27,27	10,64	0,162
НСР ₀₅	1,14		0,21			
<i>Люпин узколистный (Lupinus angustifolius L.)</i>						
Витязь	1,30	108	0,83	27,85	6,68	0,035
Брянский кормовой	2,61	144	0,95	25,57	8,50	0,022
Белорозовый 144	2,33	135	1,64	25,95	9,06	0,021
Орловский	3,62	127	0,99	24,81	12,52	0,049
НСР ₀₅	0,54		0,36			
<i>Люпин желтый (Lupinus luteus L.)</i>						
Булат	1,5	100	0,72	36,27	5,65	0,048

Показатель продуктивности – масса зерна с растения – наиболее изменчивый признак у люпина, который в значительной степени определяется условиями произрастания [8]. У люпина белого она варьировала от 3,05 до 4,24 г; узколистного – от 1,30 до 3,62 г; у желтого была 1,5 г. По крупности семян люпин белый превосходил остальные: масса 1000 семян составила 200–222 г, что на 78 г выше, чем у узколистного и на 122 г выше, чем у желтого.

В рамках исследования также провели лабораторный анализ качества зерна люпина. Содержание протеина по видам и сортам составило: у люпина белого – от 27,27 до 29,45, у люпина узколистного – от 24,81 до 27,85%. Отмечено наибольшее содержание протеина в желтом люпине сорта Булат – 36,27%. Наибольшее количество жира – 12,52% наблюдается у люпина узколистного сорта Орловский. Наименьшее содержание алкалоидов у люпина узколистного сортов Белорозовый 144 и Брянский кормовой – по 0,021 и 0,022% соответственно.

Предварительные результаты экологического изучения сортов и сортономеров люпина показывают, что перспективными для возделывания в Республике Крым могут быть номера СН-2-17 и СН-78-16 люпина белого, а также Белорозовый 144 люпина узколистного.

Литература

1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Гряданова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2(26). С. 4–10. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008.

2. Зотиков В.И., Серекпаев Н.А., Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А., Ногаев А.А., Муханов Н.К. Результаты интродукции новых однолетних кормовых культур в степной зоне Северного Казахстана // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 4(28). С. 60–67. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11051.
3. Захарова М.В., Лукашевич М.И., Свириденко Т.В. Изменчивость и взаимосвязь элементов продуктивности у сортов люпина белого // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 2(10). С. 81–84.
4. Баринов В.Н., Новиков М.Н., Лукашевич М.И. Агробиологическая оценка перспективных сортов и сортономеров однолетнего люпина на легких почвах Центрального района Нечерноземной зоны // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системе земледелия и животноводства». Брянск, 2017. С.99–106
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Под ред. Григорьева А.И. М.: Колос, 1989. С. 30–35.
7. Гусев П.Г., Кизяков Ю.Е., Белоглазова Е.А. Почвенно-климатические ресурсы Крыма // Научно обоснованная система земледелия Республики Крым. Симферополь: Редотдел Крымского комитета по печати, 1994. С. 25–40.
8. Яговенко Т.Я., Зайцева Н.М., Трошина Л.В. Формирование семенной продуктивности люпина желтого в условиях ценозов разной плотности // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системе земледелия и животноводства». Брянск, 2017. С. 154–166.

UDC 633.367: 631.52

Ptashnik O. P.

Results of the introduction of *Lupinus* varieties and samples in the Steppe Crimea

Summary. Within a framework of *Lupinus* varieties and samples assessment, we have found that the growing season of *Lupinus albus* L. was 93, *Lupinus angustifolius* L. – 99, and *Lupinus luteus* L. – 95 days under conditions of the Steppe Crimea. The average yield of white lupin seeds was 1.63 t/ha; blue or narrow-leafed lupin – 1.18 t/ha; yellow lupin – 0.72 t/ha. *L. albus* is more productive compared to *L. angustifolius* and *L. luteus*. The seed yield of all studied varieties and samples of white lupin was higher than that of the standard one ‘Michurinsky’. Samples CH-2-17 and CH-78-16 were the most high-yielding (1.77 and 1.74 t/ha, respectively). Variety ‘Belorozovy 144’ was the most promising among the representatives of narrow-leafed lupin; its yield reached 1.64 t/ha. The best in grain size was white lupin; 1000-grains weight was within the range of 200–222g. Varieties of narrow-leafed lupin ‘Belorozovy 144’ and ‘Bryansky kormovoy’ contained the least amount of alkaloids (0.021 and 0.022%, respectively).

Keywords: introduction, samples, species of lupin, grain yield, protein, alkaloids.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-76

УДК 575.1:635.658

Суворова Галина Николаевна

Характер наследования черной окраски семенной кожуры чечевицы

ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»

e-mail: galina@vniizbk.ru

Семена культурной чечевицы имеют разнообразную окраску, варьирующую от светло-зеленой до совершенно черной [1]. В России традиционно выращивают светлосемянные сорта, хотя в мире существует много типов семян чечевицы. Считается, что темноокрашенные оболочки семян бобовых содержат больше фенольных соединений и обладают большей антиоксидантной активностью [2]. Интерес к цветной чечевице в последние годы увеличивается.

Наше внимание привлек сорт Белуга (первоначальное название в канадском варианте Indianhead), который характеризуется полностью черной окраской семян [3]. Известные генетические исследования черной окраски семян чечевицы несколько

отличаются друг от друга. Одни исследователи полагают наличие двух генов, контролирующих данный признак [4], другие выделяют лишь один ген [5, 6].

Цель наших исследований заключалась в определении характера наследования признака черная окраска семенной кожуры чечевицы сорта Белуга.

Материалом для исследований служили сорта Рауза (желтые семена) и Белуга (черные семена). Скрещивание в комбинации Рауза × Белуга, а также выращивание растений F₁ и F₂ проводили в теплице. В результате гибридизации было получено 3 семени и 3 растения F₁, которые сформировали соответственно 77, 113 и 91 семян. Если окраска семенной кожуры у сорта Рауза желтая, а у сорта Белуга черная, то окраска семян со всех трех растений F₁ была серой с черной пигментацией (рисунок). Пигментация на семенах с растений F₁ была выражена в разной степени. Нами сделано предположение, что в F₁ проявляется неполное доминирование признака черной пигментации семян, а черная окраска семян сорта Белуга представляет максимальную степень выраженности признака.



Рисунок – Семена родительских форм и растений F₁ (Рауза × Белуга)

В потомстве одного из гибридных растений был проведен анализ расщепления по окраске семян на растениях F₂. Из 77 семян было получено 68 растений F₂, семена с которых были проанализированы. В данной комбинации были выделены, по меньшей мере, 8 классов семян с сильной или слабой пигментацией. Для подсчета всех классов окраски количества проанализированных растений недостаточно, но, если абстрагироваться от всех типов окраски и выделить класс черных семян, соотношение нечерных и черных будет 62:6. Данное расщепление с невысокой вероятностью укладывается в соотношение 13:3, тогда как вероятность расщепления в соотношении 15:1 значительно выше (таблица).

Таблица – Соответствие фактического расщепления теоретическому по критерию χ^2 при анализе признака черная окраска семян в F₂ (Рауза × Белуга)

Число семян с растений F ₂	Фактическое расщепление	Ожидаемое соотношение	χ^2	P
68	62 нечерных : 6 черных	13:3	4,39	0,05–0,025
68	62 нечерных : 6 черных	15:1	0,77	0,50–0,25
68	6 черных : 53 с пигментацией – 9 без пигментации	1:14:1	6,73	0,05–0,025

Если выделить третий класс семян, желтые или коричневые без пигментации, то расщепление будет следующим: 6 черных : 53 с пигментацией : 9 без пигментации, что соответствует соотношению 1:14:1, но с меньшей степенью вероятности. Наши данные с большой степенью вероятности совпадают с мнением Wilson и Hadson (1979) [4] о наличии двух генов контролирующих черную окраску семян у чечевицы. Мы также согласны с Vandenberg и Slinkard (1990) [7], что гены черной окраски маскируют основную окраску семени.

Наиболее вероятное расщепление в соотношении 15:1 предполагает, что черная окраска семян сорта Белуга определяется гомозиготой по двум доминантным генам.

Литература

1. Барулина Е. И. Чечевица СССР и других стран. Л.: Издание Института Прикладной Ботаники и Новых Культур, 1930. 319 с.
2. Faris M. A. E., Takruri H. R., Issa A. Y. Role of lentils (*Lens culinaris* L.) in human health and nutrition: a review // *Mediterr J. Matab.* 2013. Vol. 6. Iss.1. P. 3–16.
3. Muehlbauer F. J., Mihov M., Vandenberg A., Tullu A., Materne M. Improvement in developed countries // *The Lentil. Botany, Production and Uses* / Ed. by W. Erskine, F. Muehlbauer, A.Sarker, B. Sharma. UK: CABI, 2009. P. 137–154.
4. Wilson V. E., Hudson W. Inheritance of lentil seed coat mottle // *J. Hered.* 1979. No. 70. P. 83–84.
5. Vaillancourt R. E., Slinkard A. E. Inheritance of new genetic markers in lentil // *Euphytica.* 1992. No. 64. P. 227–236.
6. Emami M. K., Sharma B. Inheritance of black testa colour in lentil (*Lens culinaris* Medik.) // *Euphytica.* 2000. No. 115. P. 43–47.
7. Vandenberg A., Slinkard A. E. Genetics of seed coat colour and pattern in lentil // *J Hered.* 1990. No. 81(6). P. 484–489.

UDC 575.1:635.658

Suvorova G. N.

Inheritance of black seed coat colour in lentil

Summary. The purpose of the research was to determine the inheritance of black seed coat colour in lentil variety ‘Beluga’. The seeds collected from F₁ plants in cross of ‘Rauza’ (yellow seeds) × ‘Beluga’ (black seeds) were of grey colour with black mottles. F₂ ratio of nonblack and black seeds was 62:6, which corresponded to 15:1 dihybrid segregation. It is concluded that the black seed coat colour of ‘Beluga’ is controlled by two dominant genes.

Keywords: lentil, black seed coat colour, segregation.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-77

УДК 635.611

Суслова Валерия Андреевна, Корнилова Мария Сергеевна, Галичкина Елена Александровна
Результат селекционной работы по созданию нового перспективного сорта дыни Катюша

Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
e-mail: bbsos34@yandex.ru

Потребность населения России в продукции бахчевых культур пока полностью не удовлетворена, поэтому создание новых, высокоурожайных сортов с ценными положительными признаками является актуальным направлением в селекции бахчевых культур. Бахчеводство – прибыльная отрасль в условиях рискованного земледелия Волгоградского Заволжья [1]. Основной целью в селекционной работе с дыней является снабжение населения высококачественными плодами в течение продолжительного времени. На станции проводят работу по поддержанию хозяйственно ценных и сортовых признаков сортов селекции.

Цель исследования заключалась в создании нового высокопродуктивного сорта с высокими вкусовыми качествами, устойчивого к болезням и стрессовым факторам среды, адаптированного к почвенно-климатическим условиям Нижнего Поволжья.

На Быковской опытной станции проводили селекционные испытания новых сортов в сравнении со стандартом сорта дыни Осень по основным признакам: период вегетации, качество плодов, урожайность. Во время вегетации проводили фенологические наблюдения по фазам роста и развития, во время созревания – полевой и органолептический анализы плодов, оценку по морфологическим признакам, качественным показателям и учет урожая. Исследования проводили согласно существующим методикам [2–4].

В 2017 г. в стационарное сортоиспытание включен новый сорт дыни Катюша. Сорт был получен в результате скрещивания двух среднеспелых сортов Быковской станции с последующим индивидуальным и семейным отбором.

Сорт дыни Катюша – среднего срока созревания, вегетационный период – 75–80 суток. Плоды округлой формы. Окраска фона желтая, рисунок – полосы, пятна оранжевого цвета. Сетка сплошная или частичная. Мякоть белого цвета, толстая, консистенция среднеплотная. Семенная камера – 11,0×9,2 см. Семена цвета «слоновая кость», размер семян 1,2×0,5 мм. Сорт отличается крупными плодами – средний вес плода составляет 2,8 кг, толстой мякотью, хорошими вкусовыми качествами, устойчивостью к био- и абиострессорам.

Сорт дыни Осень (стандарт) – сорт среднеранний. Вегетационный период – 75–85 дней. Растение средней кустистости. Плод – шаровидный, слабо сегментированный. Масса плода – 1–3 кг. Окраска фона желтая, без рисунка. Сетка сплошная, связная или ее элементы. Кора гнущаяся. Мякоть – светло-зеленая, толстая, зернистая. Семенная камера – 12,2×10,4 см. Семена – желтые, размер семян 1,1×0,4 мм.

Таблица – Результаты испытания перспективных сортов дыни (среднее за 2017–2019 гг.)

Сорт	Средняя урожайность, т/га				Средняя масса плода, кг				Сухое вещество, % (среднее за три года)	Общий сахар, % (среднее за три года)	Толщина мякоти, см
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее за три года	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее за три года			
Осень (стандарт)	10,3	8,4	20,3	13,0	2,4	2,0	2,6	2,3	14,0	11,0	4,5–5,0
Катюша	19,2	18,4	25,7	21,1	2,8	2,6	3,2	2,8	15,2	12,4	5,5–6,0
НСР ₀₅ , %	0,29	2,18	2,64	1,70							

По результатам таблицы мы можем видеть, что сорт дыни Катюша превысил урожайность стандарта по всем трем годам. По средней массе плода Катюша превысила стандарт на 21 %. Содержание сухих веществ у сорта Катюша – 15,2 %, у сорта Осень – 14,0 %. Общий сахар у сорта Катюша составил 12,4 %.

В результате трехлетних исследований выделен новый перспективный сорт дыни Катюша, с большим выходом продукции – до 25,7 т/га. Средняя масса плода за три года составила 2,8 кг, тем самым превысив стандарт на 21 %. По содержанию общего сахара Катюша превысила сорт Осень на 1,4 %. Дегустационная оценка по вкусовым критериям составила 4,5 балла. Особенностью данного сорта является маленькая семенная камера, большая урожайность, красивый внешний вид, вкусовые качества, и немаловажный критерий – транспортабельность, что еще в большей мере увеличивает потребительский спрос.

Литература

1. Колебошина Т. Г., Егорова Г. С., Варивода Е. А., Кобкова Н. В. Первичное семеноводство как основа для получения оригинальных и элитных семян бахчевых культур // Известия. 2019. № 3(43). С. 30.
2. Белик В. Ф., Бондаренко Г. Л. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: НИИОХ, 1979. 210 с.
3. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия, 2011. 125 с.
4. Фурса Т. Б. Селекция бахчевых культур. Методические указания. Л., 1988. 78 с.

UDC 635.611

Suslova V. A., Kornilova M. S., Galichkina E. A.,

Result of breeding work to create promising new variety of melon ‘Katyusha’

Summary. This article provides brief information about melon varieties, presents the results of testing promising breeding varieties of the Bykovskaya experimental station. As a result of three-year research, promising new high-yielding (up to 25.7 t/ha) melon variety

'Katyusha' was identified. The average fruit weight over three years reached 2.8 kg. Tasting score was 4.5 points. According to our studies, 2019 was the most favorable year for the cultivation of melon variety 'Katyusha', since it exceeded the yield of standard one during the years of research. Thus, 'Katyusha' deserves its proper place on the market.

Keywords: variety, melon, fruits, observation, productivity, gourds.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-78

УДК 633.18 : 631.526.321] : 632.112

Ткаченко Юлия Владимировна, Зеленский Григорий Леонидович

**Изучение новых образцов и сортов риса при разной густоте в условиях
воздушной засухи**

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
e-mail: ylen-ka01@mail.ru

Воздушная засуха является одним из негативных факторов внешней среды, которые воздействуют на растения риса в период вегетации. Растения риса увеличивают транспирацию для охлаждения и постепенно теряют тургор, что отрицательно влияет на все физиологические процессы [4]. Уровень негативного влияния во многом зависит от фазы вегетации риса и температуры воздуха [1], при которой дует суховей, а также скорости воздушных потоков. Если засуха наблюдается в фазе выметывания-цветения риса и в начальный период налива зерна, то в метелках значительно увеличивается число стерильных колосков [2], если в фазе молочной-восковой спелости, то приводит к формированию у риса щуплого зерна. Ранее были созданы образцы риса с эректоидным (вертикальным) расположением листьев на стебле, которые позволяют уменьшить конкуренцию растений за свет при загущении, не снижая продуктивности [3].

Цель исследований – изучить гибридные образцы риса в сравнении со стандартным сортом при разной густоте в условиях воздушной засухи.

Опыты проведены в ФНЦ риса в 2018–2019 гг. Наличие воздушной засухи позволило оценить ее влияние на рис. Объектами для изучения послужили гибридные образцы и сорта с разным морфотипом листовой пластинки: ЮГ-2 (обычные, но сворачивающиеся листья), ЮГ-3 (вертикальные сворачивающиеся листья), ЮГ-5 и Рубикон (вертикальные не сворачивающиеся листья), стандартный сорт Рапан с обычными листьями.

Полевые опыты в питомнике конкурсного испытания и биометрический анализ растений проведены по методике, принятой в ФНЦ риса [5, 6]. В 2018 г. норма посева составляла 500 всхожих зерен на 1 м², а в 2019 году она была удвоена, что позволило определить реакцию образцов на загущение.

Результаты биометрического анализа позволили дать достаточно полную характеристику каждого образца (таблица). Как видно из таблицы, в 2019 г. образец ЮГ-2 по высоте превысил стандарт, остальные, как и в 2018 г., уступают Рапану. Уменьшение кустистости наблюдалось у образцов ЮГ-2, ЮГ-5 и сорта Рапан, а у Ю-3 и Рубикона она осталась прежней.

Несмотря на загущение посева, у образца ЮГ-2 в 2019 г. по сравнению с 2018 г., увеличились такие параметры растений, как длина метелки на 1,3 см, число колосков в метелке на 12 штук, число выполненных зерновок в метелке на 13 штук, масса зерна с главной метелки на 0,25 г. Соответственно, возросла доля хозяйственно ценной части урожая в общей биомассе растения и составила 56,5 %. Стерильность снизилась на 3,7 %. У ЮГ-3 в загущенном посеве отметили увеличение массы зерна и соломы с растения, а общее число выполненных зерновок в метелке осталось прежним, как и у сорта Рапан. По остальным количественным признакам у образцов риса при загущении наблюдалось уменьшение показателей.

Таблица – Характеристика растений гибридов и сортов по количественным признакам, 2018-2019 гг.

Признак	Год	Образец, сорт					НСР ₀₅
		ЮГ-2	ЮГ-3	ЮГ-5	Рубикон	Рапан (st.)	
Высота растений, см	2018	90,2	86,7	76,6	84,2	93,9	
	2019	96,4	93,6	90,2	85,1	93,7	
Продуктивная кустистость, шт.	2018	4,5	1,0	2,3	1,0	3,0	
	2019	1,7	1,2	1,2	1,0	1,0	
Длина главной метелки, см	2018	19,0	24,1	24,0	26,3	18,3	
	2019	20,3	21,7	20,7	25,7	16,3	
Число колосков в метелке, шт.	2018	94	191	265	246	205	48,0
	2019	106	179	191	189	180	
Число выполненных зерновок в метелке, шт.	2018	71	163	183	188	132	27,1
	2019	84	163	160	153	132	
Стерильность, %	2018	24,5	14,7	30,9	23,7	35,5	6,2
	2019	20,8	8,9	16,2	19,0	26,7	
Масса зерна с главной метелки, г	2018	2,18	3,42	4,43	4,73	3,53	0,3
	2019	2,43	3,32	4,20	4,54	3,18	
Масса зерна с растения, г	2018	7,65	3,42	7,04	4,73	7,57	
	2019	3,78	3,54	4,88	4,54	3,18	
Масса соломы с растения, г	2018	6,05	2,83	5,82	4,08	4,95	
	2019	2,91	3,32	3,74	3,58	2,67	
K _{хоз} , %	2018	55,8	54,7	54,7	53,7	60,4	
	2019	56,5	51,6	56,6	55,9	54,4	

На загущение посева при воздушной засухе меньше всего реагировал ЮГ-2 по сравнению со стандартным сортом Рапан и другими образцами. В этих условиях показатели продуктивности главной метелки ЮГ-2 не снижались, а даже возрастали.

Детальное изучение новых образцов будет продолжено.

Литература

1. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 276 с.
2. Алешин Е. П., Алешин Н. Е. О физиологических основах интенсивных технологий в растениеводстве // Сельскохозяйственная биология. 1987. № 11. С. 42–47
3. Зеленский Г. Л., Бегун И. Н., Зеленский А. Г. Реакция форм риса с эректоидными листьями на загущение // Рисоводство. 2005. № 7. С. 21–25.
4. Зеленский Г. Л. Перспективы создания сортов риса с высокой продуктивностью и адаптивными качествами // Рисоводство. 2003. Вып. 3. С. 56–64.
5. Авакян К. М. Система рисоводства Краснодарского края: рекомендации // Под общ. ред. Е. М. Харитонова. Краснодар: ВНИИ риса, 2011. 316 с.
6. Сметанин А. П., Дзюба В. А., Апрод А. И. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян. Краснодар, 1972. 156 с.

UDC 633.18 : 631.526.321] : 632.112

Tkachenko Yu. V., Zelensky G. L.

Study of new samples and varieties of rice under conditions of air drought

Summary. In the Krasnodar Territory, dry wind in summer is one of the negative factors of the climate. Rice plants increase transpiration for cooling and gradually lose their turgor due to strong evaporation caused by low relative humidity and strong winds. In the nursery of the competitive test trials, in 2018-2019, we studied different types of rice: ‘Yug-2’ with ordinary but folding leaves; ‘Yug-3’ with vertical folding leaves; ‘Yug-5’ and ‘Rubikon’ with vertical non-folding leaves; standard – variety ‘Rapan’ with ordinary leaves. Under conditions of drought and increased plant density, sample ‘Yug-2’ was the best in quantitative terms.

Keywords: rice, yield, erectoid leaves, leaves folded into a tube, sterility, air drought, drought resistance.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-79

УДК 631.52.11+633.19

Тысленко Анатолий Михайлович¹, Зуев Денис Вячеславович¹, Скатова Светлана Евгеньевна²

Селекция яровой тритикале в Верхневолжском федеральном аграрном научном центре

¹ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»;

²ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

e-mail: tslo@bk.ru

Яровая тритикале – перспективная востребованная производством зерновая кормовая культура. Её отличают высокая питательная ценность, повышенная по сравнению с другими яровыми зерновыми культурами устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам, высокая продуктивность [1]. В настоящее время тритикале выращивается в 27 странах мира на площади около 4 млн га. С момента своего появления (1969 г.) мировые площади под этой культурой возросли более чем в семь раз, а валовой сбор зерна – более чем в 18 раз [2]. В России в 2019 г. посеы озимой и яровой тритикале размещались на площади 147,7 тыс. га, причем, первое место по удельному весу культуры в посевах заняла Владимирская область, где размер площадей составил 10,1 тыс. га (6,8 % в общих площадях) [3]. В этой связи наряду с решением организационных и технологических проблем дальнейшего внедрения тритикале в производство важное значение имеет её селекционное улучшение.

Селекцию яровой тритикале в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» начали в 2003 г. Она направлена на создание высококачественных сортов кормового назначения, адаптированных к условиям Нечерноземной зоны [4]. Новые сорта должны обладать потенциальной продуктивностью на бедных по плодородию почвах 5,0–6,5 т/га, на окультуренных – до 8,0–9,0 т/га. Цель работы – показать результаты селекции данной культуры в Верхневолжском федеральном аграрном научном центре.

Селекцию культуры строили по экологическому принципу как наиболее результативному, наименее затратному, когда материал параллельно изучали в максимально разнообразных почвенных, климатических, агротехнических условиях. Это позволило в какой-то мере компенсировать филогенетическую молодость культуры, короткий период действия на нее естественного и искусственного отборов.

Исходный материал поступал из СИММУТ (Мексика), ВИР им. Н. И. Вавилова, Краснодарского НИИСХ, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» в виде гибридов, селекционных линий и сортов. Общее количество проработанного материала на различных этапах селекционного процесса составило свыше 40 тыс. образцов. Генетическое разнообразие для отбора складывалось за счет процессов дивергенции экологически удаленных биотипов в популяциях, поступающих из других зон, под воздействием несвойственных для них климатических факторов.

Использование экологического принципа адаптационной селекции, большой объем прорабатываемого материала позволили выделить генетические источники для селекции сортов этой культуры в различных регионах России, Беларуси и Казахстана, создать и передать на государственные испытания 10 новых сортов. Высокоурожайный среднеранний сорт Гребешок – результат совместной селекции ВИР им. Н. И. Вавилова и Владимирского НИИСХ (ныне «Верхневолжский ФАНЦ»), внесён в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по 2, 3, 12 регионам РФ с 2010 г. Районирован по 3 региону РФ с 2011 г. раннеспелый сорт Амиго, с 2015 г. – допущен к использованию по 11 и 12 регионам РФ среднеспелый сорт Кармен. Среднеспелый сорт Норманн (районирован по 2, 3, 12 регионам РФ и Республике Беларусь с 2013 г.) – результат совместной селекции Верхневолжского ФАНЦ и РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Сорт Ровня (районирован по 2, 3, 4, 5, 12 регионам РФ с 2014 г.) выведен совместно

Верхневолжским ФАНЦ и Краснодарским НИИСХ. Сорта Аморе (районирован по 3 региону РФ с 2018 г.), Заозёрье (районирован по 4, 9, 11, 12 регионам РФ с 2019 г.), Доброе (районирован по 2, 3, 4, 9, 11, 12 регионам РФ с 2019 г.) – результат совместной селекции Верхневолжского ФАНЦ и РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию. Созданы в творческой кооперации Верхневолжского ФАНЦ и АО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина» раннеспелый сорт Россия (районирован по 2 региону РФ с 2018 г.) и среднеспелый сорт Даурен (районирован в Республике Казахстан с 2020 г.).

Созданные сорта отличаются высокой урожайностью, устойчивостью к мучнистой росе, видам головни и ржавчины, слабовосприимчивы к спорынье.

Районированные сорта различны по технологическим требованиям возделывания и использования. Амико, Заозёрье, Россия, Аморе – сорта интенсивного типа, отзывчивые на внесение минеральных удобрений в дозах N₆₀-90P₆₀K₉₀. Гребешок, Ровня, Кармен, Даурен, Норманн – сорта полуинтенсивного типа. Кармен и Россия дают стабильные урожаи на легких дерново-подзолистых почвах, Амико – на почвах с повышенной кислотностью. Для использования на зернофураж предназначены Гребешок, Амико, Норманн, Ровня, Аморе, Заозёрье, Россия, Даурен, для приготовления сочных кормов – Кармен, Заозерье.

Таким образом, в Верхневолжском ФАНЦ методами экологической селекции в короткие сроки (2003–2019 гг.) созданы для Нечернозёмной зоны и других природно-климатических зон РФ, Беларуси и Казахстана 10 новых сортов яровой тритикале с потенциальной продуктивностью 8,0–9,0 т/га. Данный набор сортов яровой тритикале пригоден для внедрения на всех типах почв по индивидуальным технологиям, от самых простых до высокоинтенсивных.

Литература

1. Жученко А. А. Стратегия адаптивного растениеводства и ресурсосбережения // АПК: Экономика, управление. 1997. № 6. С. 1–6.
2. Статистика. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://agrovesti.net/images/2019-content/tritikale_14_19_01.jpg. (дата обращения 22.01.2020).
3. Статистика. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/posevnye-ploshchadi-tritikale-v-rossii-itogi-2019-goda.htm>. (дата обращения 22.01.2020).
4. Скатова С. Е., Тысленко, А. М., Зуев, Д. В. Методика полевого опыта в селекции ярового тритикале в центре Нечерноземной зоны // Владимирский земледелец. 2019. № 2 (88). С.41–45. DOI: 70.24411/2225-2019-10066.

UDC 631.52.11+633.19

Tyslenko A. M., Zuev D. V., Skatova S. E.

Spring triticale breeding in the Upper Volga Federal Agrarian Scientific Center

Summary. The results of spring triticale breeding in the Upper Volga Federal Agrarian Scientific Center in cooperation with scientific institutions of Russia, Belarus and Kazakhstan are presented. Collaboration was based on an environmental principle. The main task was creation of varieties tolerant to biotic and abiotic stresses with potential feed grain yield of 5.0–6.5 t/ha on low fertile soils and 8.0–9.0 t/ha on cultivated by intensive technologies. During 2003–2019 high-yielding mid-early spring triticale varieties ‘Grebeshok’, ‘Amigo’, ‘Amore’, ‘Rovnya’, ‘Rossika’; mid-season ‘Normann’, ‘Carmen’, ‘Dobroe’, ‘Zaozerye’, Dauren were created and approved for use in various regions of the Russian Federation. Cultivation of these varieties contributes to an increase and stabilization of feed grain harvests, an improvement in the ecological balance of the environment, an introduction of temporarily uncultivated lands into agricultural circulation, and an increase in livestock productivity.

Keywords: spring triticale, ecological selection, variety, productivity, stress tolerance.

Использование рекомбинации генов в создании гибридов со среднеолеиновым типом масла

ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта»
e-mail: aqvablue@mail.ru

В последнее время на рынке масличного сырья усилился спрос на масла с высокой оксистерой, в том числе и на высокоолеиновое и среднеолеиновое подсолнечное. Высокоолеиновые гибриды уже широко распространены в нашей стране [1, 2]. А создание и выращивание среднеолеиновых гибридов в РФ развито слабо. Однако в других странах мира, например, таких как США и Канада, уже около 20 лет среднеолеиновые гибриды подсолнечника составляют большую долю посевных площадей этой культуры. По международной классификации типов подсолнечного масла CODEX Stan 210 традиционное масло содержит 14-39 % олеиновой кислоты, среднеолеиновое – 43-72 % и высокоолеиновое – 75-91 % [3]. В генетической коллекции подсолнечника ВНИИМК содержится линия ЛГ27 с гомозиготным константным среднеолеиновым фенотипом [4]. В ряде работ доказано, что признак среднеолеиновости находится под контролем аддитивной олигогенной системы с материнским эффектом в F_1 и отсутствием материнского наследования в F_2 и F_3 [5, 6].

Цель исследования – оценка зависимости содержания олеиновой кислоты в семенах F_2 от генетических формул межлинейных гибридов. Исследования проводили с использованием полевых и лабораторных методов на центральной экспериментальной базе ВНИИМК (г. Краснодар). Посев и уборку семян производили в поле ручным способом. Гибридизацию осуществляли с использованием ЦМС-форм и ручной кастрации.

В качестве родительских форм для гибридов F_1 использовали селекционные и коллекционные линии, входящие в разные классы по содержанию олеиновой кислоты ($C_{18:1}$) в масле семян: низкоолеиновые (РНА416, НА413, ЛГ28), обычные (ВК580), повышеноолеиновые (ВА93А, ВК678А), среднеолеиновые (ЛГ27), высокоолеиновые (ВК680А, ЛГ26, ВК508, РНА345) [7]. Полученные семена F_1 в 2014 г. высеяли для проведения группового перекрестного опыления и получения семян F_2 .

Результаты анализа состава жирных кислот средних проб семян F_2 показали, что, подбирая пары линий для скрещиваний, можно получать гибриды с содержанием $C_{18:1}$ от 30 до 92 % в товарных семенах (таблица).

Все гибриды между низкоолеиновыми и повышеноолеиновыми, а также среднеолеиновой ЛГ27 и низкоолеиновыми линиями продуцировали масло в широком интервале содержания $C_{18:1}$ 30,0-54,9 %.

Десять гибридов со среднеолеиновым профилем масла семян (61,4-78,5 % $C_{18:1}$) получены в результате скрещивания обычных и высокоолеиновых линий, т.е. за счет расщепления по гену *Ol*. Использование линии ЛГ27 позволяет получать среднеолеиновый (58,6 %) гибрид только с линией ВК678. Однако такой гибрид находится на нижней границе среднеолеинового фенотипического класса, и при возделывании в северных зонах не позволит получить среднеолеиновое масло.

Комбинации среднеолеиновой ЛГ27 с высокоолеиновыми линиями приводят к получению в семенах гибридов масла, содержащего олеиновую кислоту на уровне 80,7-85,4 %, т.е. по нижней границе высокоолеинового фенотипического класса. Такое содержание олеиновой кислоты не характерно для линий генетической коллекции. Скрещивание высокоолеиновых линий между собой дает гомозиготные высокоолеиновые гибриды с содержанием $C_{18:1}$ до 91,5 %.

Таблица – Классификация межлинейных гибридов подсолнечника по содержанию олеиновой кислоты в масле семян F₂ (в средних пробах)

Содержание олеиновой кислоты (%) в масле семян F ₂ гибридов					
Традиционные		Среднеолеиновые		Высокоолеиновые	
HA413×RHA416	30,0	BK678×ЛГ27	58,6	BK508×ЛГ27	80,7
RHA416×ЛГ27	31,8	BK680A×BK580	61,4	ЛГ27×ЛГ26	80,7
BA93A×RHA416	36,9	BA93A×RHA345	63,5	ЛГ27×BK508	84,7
BK678A×BK580	40,5	BK876A×RHA416	70,0	ЛГ26A×ЛГ27	85,4
BK678A×RHA416	43,3	BA93A×BK508	72,1	BK680A×RHA345	88,6
BA93A×BK580	49,1	BK678A×BK508	74,5	BK680A×BK508	91,5
ЛГ27×ЛГ28	50,2	BK678A×RHA345	74,9		
ЛГ28×ЛГ27	51,8	ЛГ26A×RHA416	75,1		
ЛГ27×RHA416	51,8	BK876A×83HR4	76,2		
BK580×ЛГ27	54,3	BK680A×RHA416	78,5		
ЛГ27×BK678	54,6				
ЛГ27×BK580	54,9				

Также была проверена корреляционная связь между содержанием олеиновой кислоты в семенах F₂ и средним значением данного признака между родительскими линиями. Коэффициент корреляции составил 91 %, что говорит о возможности получения требуемого уровня олеиновой кислоты в масле семян гибрида за счет рекомбинации генов на основе подбора пар родительских линий.

Таким образом, получение среднеолеинового масла в товарных семенах подсолнечника может эффективно достигаться сегрегационным способом, т.е. при использовании одного высокоолеинового родительского компонента гибрида, как материнской, так и отцовской формы.

Работа частично выполнена при финансовой поддержке регионального гранта РФФИ и администрации Краснодарского края р_Наставник № 19-416-235001.

Литература

1. Мельникова Ю.В., Рубцова С.Н., Пахомова Т.Н., Панченко В.В. Экономико-математическое моделирование конъюнктуры российского рынка высокоолеинового подсолнечника // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 2-2. С. 292–298.
2. Литвиненко Г.Н., Терещенко Ю.А. Комплексный анализ производства и переработки высокоолеинового подсолнечника // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 64. С. 31–36.
3. Codex standard for named vegetable oils. Adopted 1999. Revisions 2001, 2003, 2009. Amendment 2005, 2011. World health organization, International food standards. 16 p.
4. Чебанова Ю.В., Борисенко О.М. Гетерогенность среднеолеиновых линий подсолнечника HA421, HA422 и HA424 по содержанию олеиновой кислоты в масле семян // IX всероссийская конференция молодых ученых и специалистов. Краснодар, 2017. С. 157–160.
5. Демури Я.Н., Борисенко О.М., Чебанова Ю.В., Левуцкая А.Н. Материнский эффект в наследовании признака среднеолеиновости масла в семенах подсолнечника у гибридов первого поколения // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2016. Вып. 1 (165). С. 16–21.
6. Демури Я. Н., Борисенко О. М., Чебанова Ю. В. Наследование признака среднеолеиновости масла в семенах подсолнечника у гибридов второго и третьего поколений // Масличные культуры. Научнотехнический бюллетень. ВНИИМК. Краснодар, 2018. Вып. 3 (175) С. 3–8.
7. Чебанова Ю.В., Борисенко О.М., Демури Я.Н. Классификация генетической коллекции подсолнечника ВНИИМК на фенотипические классы по содержанию олеиновой кислоты // Сборник материалов IV международной научной конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки», Ялта, 2019. С. 213–214.

UDC 633.854.78:575

Chebanova Yu. V., Borisenko O. M., Demurin Ya. N.

Use of gene recombination to develop hybrids with a mid-oleic type of oil

Summary. An analysis of the fatty acid profile of oilseed of 28 sunflower hybrids obtained by crossing lines from different phenotypic classes according to the content of oleic acid was made. The possibility of producing mid-oleic oil in commodity sunflower seeds by the segregation method by recombining genes based on the selection of pairs of parental lines has been experimentally proved.

Keywords: sunflower, oleic acid content, sunflower oil, mid-oleic sunflower oil.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-81

УДК 633.15:631.5

Черкашина Анна Владимировна¹, Сотченко Елена Федоровна²

Продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости на зеленый корм в зависимости от сроков сева и густоты посева

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»

e-mail: cherkashyna_a@niishk.ru

Устойчивое развитие молочного скотоводства в Республике Крым невозможно без оптимизации кормовой базы для крупного рогатого скота. Основными видами кормов в отрасли были зеленые корма, получение которых в богарных условиях стало затруднительным, а в некоторых регионах полуострова и вовсе невозможным [1].

Кукуруза отличается многоплановостью использования, обеспечивает животноводство сочным (зеленой массой и силосом) и концентрированным кормом. В Крыму отмечается тенденция к росту посевных площадей под кукурузой на силос, зеленый корм с 1 тыс. га (2014 г.) до 4,1 тыс. га (2018 г.), в 2019 г. было посеяно 3,4 тыс. га [2]. Урожайность кукурузы на зеленый корм и силос нестабильна по годам, в среднем по Крыму за 2014–2019 гг. составила 14,6 т/га и колебалась от 9,7 до 20,7 т/га.

Оптимизация таких элементов технологии возделывания кукурузы на корм, как сроки и густота посева для гибридов разных групп спелости, приобретает особую актуальность в условиях усиления засушливости климата региона.

Цель исследований – установить оптимальные сроки сева и густоту стояния растений гибридов кукурузы на корм в фазе молочно-восковой спелости (МВС) в неорошаемых условиях степной зоны Крыма.

Исследования проводили в ФГБУН «НИИСХ Крыма» (отделение полевых культур) в 2016–2019 гг. Почвы – черноземы южные слабогумусированные. Предшественники – зерновые колосовые культуры. Погодные условия вегетационного периода кукурузы (апрель–сентябрь) 2016 г. характеризовались повышенной влагообеспеченностью (ГТК = 1,46), в 2017 г. отмечали сильную засуху (ГТК = 0,34), в 2018 и 2019 гг. влагообеспеченность была недостаточной (ГТК = 0,79 и 0,78 соответственно). Исследования проведены в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой [3]. Статистическая обработка данных по Б.А. Доспехову [4].

Изучали три срока сева – 5, 15, 25 апреля и четыре густоты стояния растений кукурузы – 40, 50, 60, 70 тыс. растений на гектар, гибриды кукурузы – раннеспелый Нур, среднеранний Машук 220 МВ, среднеспелый Машук 355 МВ.

В результате исследований показано, что в среднем за 2016–2019 гг. сроки сева не оказывали существенного влияния на продуктивность всех изученных гибридов кукурузы, однако отмечено взаимодействие сроков сева и условий года, в засушливый год наблюдалась тенденция к снижению урожая при посеве 25 апреля.

Густота стояния растений оказывала существенное влияние на урожайность зеленой массы кукурузы в фазе МВС. Оптимальной была густота стояния растений 70 тыс. растений на га, при которой в среднем за 4 года раннеспелый гибрид кукурузы Нур сформировал урожайность 19,58 т/га, среднеранний Машук 220 МВ – 19,25 т/га, среднеспелый гибрид Машук 355 МВ – 21,3 т/га.

Гидротермические условия вегетационного периода кукурузы оказывали значительное влияние на продуктивность зеленой массы в фазе МВС. Минимальной она была в 2017 г., максимальной – в 2019 г., колебания составили 8,28 – 28,51 т/га у гибрида Нур, 8,29–24,98 т/га у гибрида Машук 220 МВ и 11,22–30,69 т/га – у гибрида Машук 355 МВ.

Максимальной продуктивностью характеризовался среднеспелый гибрид Машук 355 МВ. Средний по опыту урожай зеленой массы в фазе МВС составил 19,3

т/га, что выше урожая гибрида Нур на 16,2 % и среднераннего гибрида Машук 220 МВ на 15,5%.

Установлено, что в среднем за 2016–2019 гг. на урожайность зеленой массы кукурузы в фазе МВС значительное влияние оказывали гидротермические условия года и густота стояния растений, взаимодействие сроков сева и условий года. Оптимальной была густота стояния растений 70 тыс. растений на гектар, при которой в среднем за 4 года раннеспелый гибрид кукурузы Нур сформировал урожайность 19,58 т/га, среднеранний Машук 220 МВ – 19,25 т/га, среднеспелый гибрид Машук 355 МВ – 21,3 т/га.

Литература

1. Пендак А.В. Оптимизация кормового рациона как фактор повышения молочного потенциала коров // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2017. Т. 6. № 3(20). С. 271–274. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-kormovogo-ratsiona-kak-faktor-povysheniya-molochnogo-potentsiala-korov/viewer> (дата обращения 20.03.2020).
2. Посевные площади Российской Федерации в 2019 году (весеннего учета). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gks.ru/search?q=?q=площади+посева+2019> (дата обращения 12.09.2019).
3. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой // Ответственный за выпуск И. Д. Ткалич. Днепропетровск: Городская типография № 3, 1980. 54 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

UDC 633.15:631.5

Cherkashyna A. V., Sotchenko E. F.

Productivity of maize hybrids of different maturity groups for green fodder depending on the planting dates and plant density

Summary. Optimization of planting dates and plant density for maize cultivation for green fodder is of particular importance under increased aridity in the Republic of Crimea. The aim of the research was to identify optimum planting dates and plant density for maize hybrids for green fodder harvested at the late milk stage under rain-fed conditions of the steppe zone of the Crimea. In the course of the experiment, we found that for the period from 2016 to 2019 yield of green fodder depended on the hydrothermal conditions of the year and plant density, as well as we observed the interaction of planting dates and conditions of the year. The optimum plant density was 70 thousand plants per hectare. On average, the yield of green fodder of early-ripening maize hybrid ‘Nur’ was 19.58 t/ha; medium early hybrid ‘Mashuk 220 MV’ – 19.25 t/ha, medium ripening hybrid ‘Mashuk 355 MV’ – 21.3 t/ha.

Keywords: *Zea mays* L, planting dates, plant density, green fodder.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-83

УДК 633.18:631.524.85:631.524.022

Юрченко Семен Александрович, Коротенко Татьяна Леонидовна

Скрининг генофонда риса на устойчивость к стрессорам внешней среды

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»

e-mail: mr.senya.yurchenko@mail.ru

Современные отечественные селекционные программы по рису нацелены на повышение как урожайности культуры, так и экологической устойчивости создаваемых сортов к нерегулируемым факторам внешней среды. К числу таковых факторов относится температура среды, которая влияет на скорость развития и накопление биомассы растений, регулирует интенсивность протекания энергетических, физиологических и биохимических процессов и в целом определяет их продуктивность. При этом негативное воздействие на зерновые культуры, как известно, оказывают низкие и высокие температуры. В условиях глобального и локального изменений климата увеличивается непредсказуемость и амплитуда аномалий погодных условий. Процессы поглощения и ассимиляции минерального азота из почвы находятся в зависимости от температуры окружающей среды, при

понижении температуры в зоне корней изменяется реакция сельскохозяйственных растений на поглощение разных форм азота. Прорастание семян риса начинается при температуре 10–12 °С, при этом для появления жизнеспособных всходов минимальные температуры должны быть не ниже 14–15 °С, а в фазе цветения – 18–22 °С. В настоящее время большую часть риса выращивают в регионах мира, где температура выше оптимальной (25–28 °С) для роста и развития растений и может достигать 35–40 °С в период цветения и налива зерна.

Для российского риса проблема холодостойкости занимает важное место в системе оценки сортов на устойчивость к неблагоприятным факторам среды. В период вегетации риса летние температуры воздуха выше 35 °С, нередко отмечаемые на юге России, могут вызвать повреждение фотосинтетического аппарата, репродуктивных частей растений и негативно отразиться на урожайности сортов. В связи с этим значение фактора устойчивости к абиотическим стрессорам в селекции возрастает, что обуславливает необходимость совершенствования генетической основы новых сортов.

Цель научно-исследовательской работы – провести поэтапную комплексную оценку генетического разнообразия вида *O. sativa* на устойчивость к действию стрессовых факторов: пониженным положительным температурам в период прорастания и воздушной засухе в фазу цветения риса в условиях Кубани.

Лабораторные и полевые эксперименты проведены в 2018–2019 гг. на базе группы УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» ФГБНУ «ФНЦ риса» совместно с лабораторией физиологии. В коллекции института сохраняется более 7,1 тыс. образцов риса культурного посева из 42 стран мира. В рамках международного сотрудничества института образцы риса мировой селекции поступают в коллекцию из разных унифицированных питомников сортоиспытания (IRRI, Филиппины), в том числе из: IRAON – искусственного орошения засушливых районов, IRHTN – засухоустойчивых растений на естественном орошении, IRLON – укороченного затопления, IRCTN – питомник холодостойких культур и др. [1]. Лабораторная оценка холодостойкости коллекционных образцов проведена по скорости прорастания семян и интенсивности роста проростков на 13-е сутки [2].

Полевые исследования проводили на экспериментальном орошаемом участке ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» (г. Краснодар) в мелкоделяночном опыте коллекционного питомника. Закладку опыта, учеты и наблюдения, визуальные оценки, фенологические наблюдения проводили по стандартным методикам для культуры риса [3].

Скрининг генплазмы на устойчивость к высокотемпературному стрессу вели с учетом температуры воздуха в фазу цветения и формирования элементов продуктивности растений риса [4]. В качестве материала для исследований использовали 120 образцов риса из питомников устойчивых сортов к стрессу из стран: Россия, Филиппины, Китай, Вьетнам, Таиланд, Индия. Интенсивность роста проростков риса при проращивании определяли визуально по 9-ти бальной шкале. В качестве стандартов использованы местные сорта: холодостойкий Кубань 3 и устойчивый к повышенным температурам сорт Австрал.

В ходе исследований отмечено, что зарубежные образцы из унифицированного питомника холодостойких образцов (IRCTN) показывали среднюю и слабую устойчивость к пониженным температурам (3–5 баллов), в отличие от отечественной генплазмы риса. Из числа изученных выделено 15 устойчивых к пониженным температурам в начале вегетации форм риса, обладающих высокими темпами роста в фазу прорастания. При этом холодостойкие формы выделены из генплазмы всех вышеперечисленных стран, а образец № 3928 «Рис суходольный» показал устойчивость как к повышенным, так и пониженным температурам.

Проведен сравнительный анализ биометрических данных генотипов урожая 2019 г. со стандартами для оценки элементов продуктивности метелки и стерильности

колосков с целью выделения перспективных форм для следующего этапа диагностики. Такой показатель продуктивности метелки как «пустозерность колосков» у интродуцируемых образцов в экологических условиях Кубани варьировал в пределах 5,4–60,0 %. Число колосков на метелке у исследуемых форм находилось в пределах 32–162 шт., а масса зерна с метелки составила 0,34–3,50 г. В результате оценки влияния высоких температур в фазу цветения и налива зерна на формирование элементов продуктивности растений выделены 22 перспективные формы для дальнейшей селекционной проработки. Это образцы мировой селекции с низкой стерильностью колосков (менее 10 %) и массой зерна с метелки на уровне продуктивности отечественных сортов (2,0–4,1 г). К числу сортов, проявляющих относительную устойчивость генеративных органов к высоким температурам, относятся: дигамлоиды № 04891 лш/240, 04972 ло-26/2384, 04962 ло-10/2384 (Россия); № 04811 Cerere (Италия); № 468-10 PSB Rc4, 03-14 IR75495 11-3-2-3, № 103-08 IR17570-21, № 82-08 IR77856-9, № 46-16 IR13L406, № 47-16 IR13L413, № 226-08 ПВ-1 96057-TR1796, № 144-12 AA30074/2011 IR77644 (Филиппины); 03-15 № 58, № 03-101 Jin23B (Китай); № 239-09 Sakna 101, № 24-16 GIZA179, № 52-16 SAKNA105 (Египет); № 93-67 MTz-81 (Индия); № 163-08 AA33873/07 IR73694, № 162-08 AA33873/07 IR 73690 (Таиланд), которые представляют интерес для отечественной селекции на повышение урожайности и адаптивности сортов.

Литература

1. Зеленский Г. Л. Селекция сортов риса в международном научно-исследовательском институте риса // Рисоводство. 2010. № 16. С. 36–39.
2. Скаженник М. А., Воробьев Н. В., Досеева О. А. Методы физиологических исследований в рисоводстве. Краснодар: Просвещение-Юг, 2009. 24 с.
3. Сметанин А. П., Дзюба В. А., Апрод А. И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. Краснодар, 1972. 156 с.
4. Зеленский Г. Л., Зеленский А. Г., Скоркина С. С. Селекция на повышение устойчивости к воздушной засухе // Рисоводство. 2016. № 3-4 (32-33). С. 9–13.

UDC 633.18:631.524.85:631.524.022

Yurchenko S. A., Korotenko T. L.

Screening of the rice gene pool for tolerance to environmental stressors

Summary. The genetic diversity of the species *O. sativa* from the collection of the Federal Research Center for Rice was assessed for tolerance to stress factors: low positive temperatures during germination and drought during the flowering phase in Kuban. 120 varieties from Russia, Philippines, China, Vietnam, Thailand and India were studied. Fifteen cold-resistant rice varieties and 22 drought tolerant forms were identified.

Keywords: rice (*Oryza sativa* L.), collection, introduction, yield components, cold resistance, drought.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-85

УДК 633.112.1:631.527

Яновский Алексей Сергеевич, Мудрова Александра Алексеевна, Беспалова Людмила Андреевна

Результаты использования озимых форм *Triticum durum* Desf. при селекции яровой твердой пшеницы

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»
e-mail: Yanovskij81@list.ru

Селекцию яровой и озимой пшеницы в нашей стране длительное время вели обособленно, что привело к определенной генетической дивергенции созданных сортов. Поэтому привлечение в скрещивания озимых форм способствует обогащению

исходного материала, а возможности в этом отношении еще далеко не полностью реализованы [1].

Селекционеры как в России, так и за рубежом вовлекают озимые формы в скрещивания с яровыми не только с целью повышения продуктивности, но и в качестве доноров устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым факторам [2, 3].

Цель исследований – выявить яровые формы твердой пшеницы с комплексом хозяйственно ценных признаков используя метод внутривидовой гибридизации яровой и озимой твердой пшеницы с последующим индивидуальным отбором.

Для создания разнообразного селекционного материала яровой твердой пшеницы *Triticum durum* Desf. по признакам высокой продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды мы ежегодно проводим гибридизацию озимых и яровых форм данной культуры. Большинство гибридных комбинаций создано в теплице, где, высевая исходные формы в разные сроки, удалось совместить периоды их колошения. За период 2009–2019 гг. проведено 220 комбинаций скрещивания. В качестве исходных форм озимой твердой пшеницы использовали отечественные сорта и линии Крупинка, Ласка, Золотко, Амазонка, Кремона и др., яровые формы были представлены как отечественными (Николаша, Лилек, Вольнодонская, Алтайская нива и другие), так и иностранными сортами и линиями (Neodur, Epidur, Meridiane, X-15). При подборе родительских форм учитывали качественные и количественные отличия по таким признакам, как длина вегетационного периода, высота растений, устойчивость к патогенам и т.д. При скрещивании озимых форм твердой пшеницы с яровыми наблюдается сдвиг гибридов в сторону позднеспелости, что нежелательно для условий юга России. Изучение большого числа гибридных комбинаций *Tr. durum* Desf. озимая / *Tr. durum* Desf. яровая, *Tr. durum* Desf. яровая / *Tr. durum* Desf. озимая показало, что при таких скрещиваниях возможны различные сочетания генетических факторов, приводящих к формированию как скороспелых, так и позднеспелых форм. Во всех звеньях селекционного процесса нами проведены отборы ценных форм и их изучение в конкурсном сортоиспытании. Выделен ряд перспективных линий яровой твердой пшеницы, превосходящих стандартный сорт Николаша по продуктивности и хозяйственно ценным признакам.

Продолжительность периода от всходов до полного колошения у линий 3693h54 и 3772h20 была на уровне стандартного скороспелого сорта Николаша. Линии 3699h37 и 3695h49 колосились на 2–3 дня позже стандарта (таблица 1).

Все линии по высоте растения относятся к полукарликовой и короткостебельной группе (82–95 см) и характеризуются высокой устойчивостью к полеганию (8–9 баллов).

Таблица 1 – Результаты изучения линий яровой твердой пшеницы Краснодар, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, КСИ I, предшественник – горох (среднее за 2017–2019 гг.)

Сорт, линия	Происхождение	Дата колошения	Высота, см	Устойчивость к полеганию, балл
3699h37	Ласка/Алтайская Нива	25.05	95	8
3693h54	Золотко/Николаша	21.05	78	9
3695h49	Золотко/Алтайская нива	24.05	82	9
3772h20	Meridiane/2498h15-005-1	22.05	82	9
Николаша (St.)	-	22.05	108	4

Наибольший интерес представляют две линии – 3772h20 и 3699h37. Линия 3772h20 создана с участием яровой твердой пшеницы итальянской селекции Meridiane и линии озимой твердой пшеницы 2498h15-005-1 селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко.

Таблица 2 – Результаты изучения линий яровой твердой пшеницы Краснодар, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, КСИ I, предшественник – горох (среднее за 2017–2019 гг.)

Сорт, линия	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		SDS, ед. прибора	Натура, г/л
			Белок	Клейковина		
3699h37	56,3	42,2	16,1	30,6	52,1	806
3693h54	52,3	37,5	15,9	30,3	51,9	799
3695h49	55,4	39,3	15,2	29,1	51,6	780
3772h20	55,2	48,7	15,6	31,0	58,2	813
Николаша	45,8	37,5	15,9	30,3	51,4	799

Примечание. НСР₀₅ по урожайности зерна – 3,46.

Эта линия значительно превзошла стандарт по массе 1000 зерен, натуре зерна и показателю седиментации на 11,2 г, 14 г/л, 6,8 ед. прибора соответственно. Линия 3699h37 была получена методом скрещивания озимой твердой пшеницы сорта Ласка селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко и яровой твердой пшеницы ФГБНУ «ФАНЦА» Алтайская нива. Эта линия достоверно превзошла стандарт по массе 1000 зерен и натуре зерна на 4,7 г и 7 г/л соответственно.

По результатам конкурсного и экологического испытаний линия 3699h37 передана на Государственное сортоиспытание под названием Ядрица в Северо-Кавказский (6), Средневолжский (7) и Нижневолжский (8) регионы.

Преимущество сорта по сравнению со стандартом – меньшая степень поражения фузариозом колоса, повышенная холодостойкость, устойчивость к полеганию, более высокая продуктивность при сохранении высоких параметров качества зерна и макарон.

Использование озимой твердой пшеницы в скрещиваниях с яровой твердой пшеницей способствует более широкому формообразовательному процессу, что позволяет получать хозяйственно-ценные формы яровой твердой пшеницы, устойчивые к полеганию и болезням, с высокой зерновой продуктивностью.

Литература

1. Неттевич Э. Д. Проблемы исходного материала на современном этапе селекции зерновых культур // Российский вестник сельскохозяйственных наук. 1982. № 6. С.20–24.
2. Гриб С. И. Прогресс в селекции яровой пшеницы в Беларуси // Весці Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. 2009. № 3. С. 37–41.
3. Рутц Р. И. Озимые формы в селекции сортов яровой пшеницы интенсивного типа // Селекция и семеноводство. 1993. № 4. С. 20–23.

UDC 633.112.1:631.527

Yanovsky A. S., Mudrova A. A., Bepalova L. A.

The results of the use of winter forms of *Triticum durum* Desf. in the selection of spring durum wheat

Summary. Variety of spring durum wheat ‘Yadritsa’ and new promising lines were created using a winter component. The new breeding material belongs to the short-stemmed wheat group with high resistance to lodging (8–9 points) and exceeds the standard variety in productivity by 0.7–1.5 tons per 1 ha while maintaining high grain quality.

Keywords: durum wheat, productivity, grain nature, hybridization, lodging resistance, quality.

Биотехнология и физиология растений

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-86

УДК 581.143.6:582.734.4

Амброс Елена Валерьевна¹, Карпова Евгения Алексеевна¹, Коцупий Ольга Викторовна¹, Зайцева Юлианна Геннадьевна¹, Трофимова Елена Геннадиевна², Новикова Татьяна Ивановна¹

Использование механокомпозиата на основе биогенного диоксида кремния и флавоноидов зеленого чая для оптимизации технологии клонального микроразмножения земляники крупноплодной

¹ФГБУН «Центральный сибирский ботанический сад СО РАН»;
²ФГБУН «Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН»
e-mail: ambros_ev@mail.ru

Длительное культивирование земляники крупноплодной (*Fragaria ananassa* Duch.) приводит к накоплению болезней и вредителей, которые угнетают рост и снижают урожайность культуры. Одним из инструментов решения этих проблем является использование клонального микроразмножения для производства высококачественного посадочного материала. Получение максимального количества регенерантов земляники преимущественно связано с типом и концентрацией применяемого цитокинина (ЦК), в основном 6-бензиламинопурина (БАП) в индукционной фазе микроразмножения. В то же время, применение БАП может способствовать появлению вызванных окислительным стрессом морфо-физиологических нарушений у растений *in vitro*, препятствующих успешной адаптации растений в нестерильных условиях *ex vitro*. Для получения желаемого фенотипа *in vitro* культуральная среда часто оптимизируется добавлением соединений, обладающих антиоксидантными свойствами. В настоящее время актуально применение «зеленой химии» ввиду экологической чистоты, преимуществам обработки и низкой себестоимости. Перспективным препаратом в этой области является механокомпозиат (МК) из биодоступного кремния и антиоксидантов, полученных из рисовой шелухи и зеленого чая [1, 2]. Целью нашего исследования было: (1) оптимизировать протокол микроразмножения сортов *F. ananassa* с использованием механокомпозиата (МК) как индуктора органогенеза *in vitro*, (2) исследовать влияние МК на ключевые физиологические и биохимические параметры микроразмножения земляники, включая активность антиоксидантной системы, фотосинтеза, биосинтеза фенольных соединений (ФС) и уровней эндогенных фитогормонов.

Микропобеги двух сортов *F. ananassa* (сорта Солнечная полянка, Альфа) размером от 7 до 15 мм из стерильной культуры помещали на среды с минеральной основой Гамборга и Эвелега, дополненные 0,75 мг/л БАП (контроль) и экспериментальные – с добавками 2,5; 5,0 или 10 мг/л МК на фоне БАП. Продолжительность культивирования на этапе собственно размножения составила восемь недель. Культуры содержали под люминесцентными лампами холодного белого света (TL-D 36W/54-765, «Philips») с интенсивностью 3000 лк, с периодом освещения 16 часов при температуре 23±2 °С. В конце культивирования определяли частоту пролиферации, число побегов на эксплант, физиолого-биохимические параметры. Результаты обрабатывали методами дисперсионного анализа.

Использование питательных сред, содержащих МК, стимулировало процессы пролиферации пазушных меристем *F. ananassa* в сравнении с контрольной средой. Высокая частота пролиферации (100 %) и максимальное количество пазушных побегов у сортов (в 1,8–2,0 раза выше контроля) получено на среде с добавлением 5,0 мг/л МК. Концентрации 2,5 мг/л и 10,0 мг/л МК, хотя и стимулировали пролиферацию *in vitro*, на фоне БАП, однако количество побегов уменьшалось в 1,2–1,5 раза по сравнению с оптимальной концентрацией (5 мг/л) ($p < 0,05$). Кроме того,

высокая пролиферативная активность была связана с повышением накопления H_2O_2 и увеличением содержанием хлорофилла (Хл) *a*, Хл *b*, Хл (*a + b*) и каротиноидов ($P < 0.05$) под действием 5,0 мг/л МК. Содержание Хл *a* увеличилось в 1,17 раз у сорта Солнечная полянка и в 1,59 раз у сорта Альфа, содержание Хл *b* – в 1,31 и 1,58 раз, содержание Хл (*a + b*) – в 1,21 и 1,62 раз соответственно по сравнению с контролем. Увеличение содержания основных пигментов повышает фотосинтетический потенциал этих растений и их приспособляемость к акклиматизации. Накопление H_2O_2 в микропобегах снижалось при добавлении 10,0 мг/л МК у обоих сортов. Наибольшее образование H_2O_2 наблюдали у сорта Альфа под действием эффективных для формирования побегов концентраций МК (2,5 и 5,0 мг/л). Результаты по накоплению H_2O_2 под действием МК в наших экспериментах согласуются с недавними исследованиями, которые показали активное участие H_2O_2 в клеточной пролиферации у растений в качестве вторичного мессенджера [3]. Различия в накоплении H_2O_2 были связаны с изменениями активностей антиоксидантных ферментов, что предполагает правильное функционирование механизма антиоксидантной защиты у растений. Активность супероксиддисмутазы увеличивалась в 1,2–1,4 раза при 2,5 и 5,0 мг/л МК, тогда как при 10,0 мг/л МК значительно снижалась в 1,2–1,3 раза по сравнению с контролем в зависимости от генотипа. У обоих сортов активность каталазы снижалась в 1,9–2,4 раза при 10,0 мг/л МК и существенно не изменялась по сравнению с контролем при 2,5 и 5,0 мг/л МК. Активность пероксидазы в микропобегах сорта Солнечная полянка под действием 5,0 и 10,0 мг/л МК была в 2,9–3,8 раза выше, чем в контроле, в то время как у сорта Альфа увеличение активности фермента наблюдали при 5,0 мг/л МК (в 2,5 раза) ($p < 0,05$). Основные различия в гормональном статусе сортов были связаны с уровнем эндогенного ЦК – 2-изопентиладенина (иП). Сорт Солнечная полянка характеризовался высоким уровнем иП (452,3–1261,3 нг/г сырого веса), у сорта Альфа уровень иП в контроле, при минимальной и максимальной концентрациях МК не был высоким (50,7–384,8 нг/г сырого веса). Диапазон индолилуксусной кислоты для сорта Солнечная полянка был шире (178,6–1043,1 нг/г сырого веса), чем для сорта Альфа (400,5–679,5 нг/г сырого веса). Увеличение содержания эндогенного ауксина при уменьшении содержания ЦК в конце цикла микроразмножения указывает на готовность регенерантов к последующим этапам элонгации и укоренения. Общее содержание ФС в микропобегах сорта Солнечная полянка снижалось с повышением концентрации МК. В микропобегах сорта Альфа сумма ФС значительно увеличивалась при 5 мг/л МК ($P < 0.05$).

Таким образом, показана существенная модификация физиологического состояния растений земляники *in vitro* под воздействием МК, полученного из возобновляемого растительного сырья. МК способствовал не только индукции морфогенных процессов в тканях регенерантов, но и изменению ферментативной, фотосинтетической и гормональной активностей. Полученные результаты могут быть использованы для улучшения адаптивного потенциала растений под действием МК и позволяют рассматривать препарат, как перспективное соединение для практического применения с целью увеличения регенерационных способностей и защиты растений от стресса в условиях *in vitro*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 19-44-540004. При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН, «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», USU 440534».

Литература

1. Shapolova E. G., Lomovsky O. I. Mechanochemical solubilization of silicon dioxide with polyphenol compounds of plant origin // Russ. J. Bioorg. Chem. 2013. Vol. 39. P. 765–770.

2. Амброс Е. В., Коцупий О. В., Карпова Е. А., Трофимова Е. Г., Зайцева Ю. Г., Новикова Т. И. Адаптивный ответ регенерантов *Fragaria ananassa* Duch. Под действием механокомпозита на основе аморфного диоксида кремния и флавоноидов зелёного чая в условиях *in vitro* // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 4. С. 116–122.

3. Guo B., He W., Zhao Y., Wu Y., Fu Y., Guo J., Wei Y. Changes in endogenous hormones and H₂O₂ burst during shoot organogenesis in TDZ-treated *Saussurea involucre* explants // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2017. Vol. 128. P. 1–8.

UDC 581.143.6:582.734.4

Ambros E. V., Karpova E. A., Kotsupiy O. V., Zaytseva Yu. G., Trofimova E. G., Novikova T. I.

Optimization of cultivated strawberry micropropagation using a biogenic silica and green-tea-flavonoids-based mechanocomposite

Summary. For the first time, organogenesis and physiological characteristics of *Fragaria ananassa* microclones (cvs. ‘Alpha’ and ‘Solnechnaya polyanka’) under the influence of mechanocomposite (MC) based on rice husks amorphous silica and flavonoids of green tea during the multiplication stage in *in vitro* conditions were studied. The addition of the MC (0.0, 2.5, 5.0 and 10.0 mg·L⁻¹) to the Gamborg-Eveleg’s basal salt medium supplemented with 0.75 mg·L⁻¹ 6-benzylaminopurine has shown beneficial action on processes of organogenesis followed by enzymatic, photosynthetic, and hormonal activities of *in vitro* cultured strawberry plantlets. In both cultivars, the high frequency of proliferation (100 %) and maximum number of axillary shoots increased by 1.8–2.0 times on medium supplemented with 5.0 mg·L⁻¹ MC. The concentrations of 2.5 and 5.0 mg·L⁻¹ MC were optimal for obtaining plantlets with high physiological state in *in vitro* conditions. The results may be used for the development of production systems for a healthy planting material using biotechnological approaches and recommended for commercial strawberry micropropagation.

Keywords: organogenesis, photosynthetic pigments, hydrogen peroxide, antioxidant enzymes, phenolic compounds, silica-green tea mechanocomposite, cultivated strawberry, micropropagation.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-87

УДК 546.47/49:581.1:581.4:633.16

Дикарев Алексей Владимирович

Оценка ответа четырех сортов ярового ячменя на действие кадмия по физиолого-биохимическим и морфометрическим параметрам в условиях полного цикла вегетации

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»
e-mail: ar.djuna@yandex.ru

Одной из актуальных проблем современного сельского хозяйства стало загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ), такими, как кадмий [1]. Проблеме воздействия этого ТМ на сельскохозяйственные растения посвящено много работ, однако этот вопрос требует дополнительного исследования [2]. В частности, интересной темой является внутривидовая дифференциация по устойчивости к ТМ сельскохозяйственных культур и причины ее формирования. Известно, что сорта растений могут проявлять повышенную устойчивость к ТМ, будучи способными успешно завершить жизненный цикл даже в условиях высокого содержания поллютанта в почве [3, 4]. Идентификация таких сортов позволяет углубить понимание общебиологических механизмов стресс-устойчивости, а также способствует улучшению продовольственной безопасности. Ячмень – подходящий объект для такого исследования, так как он – важнейшая сельскохозяйственная культура, широко возделываемая по всему миру и досконально изученная на всех уровнях организации. Ранее нами установлено [5], что проростки различных сортов ячменя не одинаково реагируют на действие кадмия, и эти сорта разделяются на устойчивые и чувствительные. Цель настоящего исследования – оценить, воспроизводятся ли результаты, полученные на проростках, в условиях полного цикла вегетации.

Осуществлен вегетационный эксперимент на дерново-подзолистой почве с внесенным Cd^{2+} в дозах 25 и 50 мг/кг. По данным [6], такие дозы существенно угнетают жизненные процессы ячменя, но не ведут к гибели растений, позволяя оценить устойчивость различных сортов этой культуры. Взяты 4 сорта ярового ячменя, контрастные по устойчивости к кадмию (Са 220702, Malva – чувствительные; Местный, Симфония – устойчивые). Оценивали: внешний вид растений, морфометрические параметры (высота растений, биомасса, площадь листьев), физиолого-биохимические критерии (содержание в надземной биомассе пролина и МДА), структура урожая (масса зерна и 1000 зерен, соломы).

Показаны значимые различия по ответу устойчивых и чувствительных сортов на дозу Cd^{2+} 50 мг/кг (рисунок 1). Наиболее ярко они проявились по продуктивности – у чувствительных сортов урожая практически не получено, а масса соломы была до четырех раз меньше, чем у устойчивых (рисунок 1А). Морфометрические показатели демонстрировали сходную картину (устойчивые сорта превосходят чувствительные). Не выявлено различий в накоплении в тканях МДА и пролина. Отмечено (рисунок 1Б), что устойчивые сорта накапливали значимо меньшие количества ТМ, чем чувствительные (1,2–2,5 раза меньше для соломы). Доза 25 мг/кг не позволила уверенно дифференцировать группы сортов.

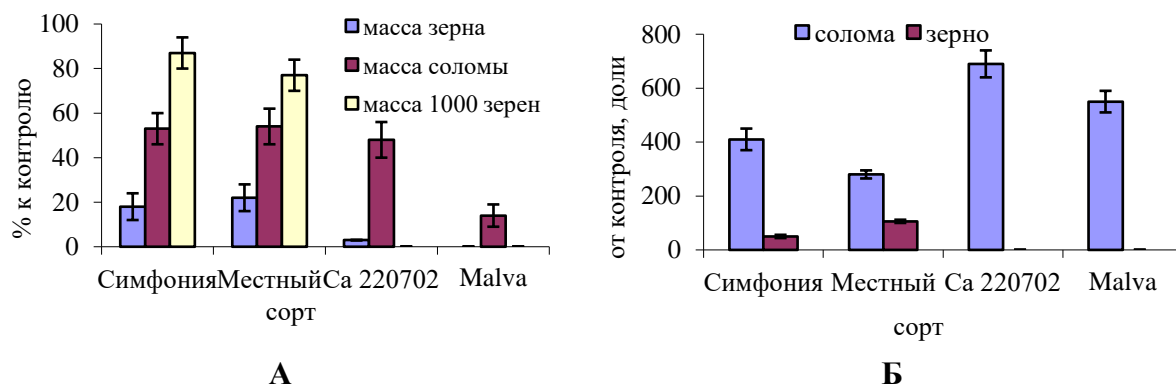


Рисунок 1 – Влияние Cd^{2+} 50 мг/кг на растения ячменя (А – структура урожая, Б – содержание Cd^{2+} в надземной биомассе)

Выявленный полиморфизм сортов ячменя по устойчивости сохраняется на протяжении всей вегетации растений и отражается на урожайности и других хозяйственно-ценных признаках. Собранные данные позволяют оценить последствия техногенного загрязнения агроценозов, они полезны для задач селекции сортов культур, обладающих высокой устойчивостью к ТМ и дающим безопасную продукцию, а также могут найти применение при разработке методологии оценки состояния и экологического нормирования загрязнения почв тяжелыми металлами.

Литература

1. Clemens S. Molecular mechanisms of plants metal tolerance and homeostasis // *Planta*. 2001. Vol. 212. P. 475–486.
2. Dandan L., Dongmei Z., Peng W., Nanyan W., Xiangdong Z. Subcellular Cd distribution and its correlation with antioxidant enzymatic activities in wheat (*Triticum aestivum*) roots // *Ecotoxicology and environmental safety*. 2011. Vol. 74. P. 874–881.
3. Baker A. J. M. Metal tolerance // *New Phytol.* 1987. Vol. 106. P. 93–111.
4. Leon A. M., Palma J. M., Corpas F. J., Gomez M., Romero-Puertas M. C., Chatterjee D. Mateos R. M., del Rio L. A., Sandalio L. M. Antioxidative enzymes in cultivars of pepper plants with different sensitivity to cadmium // *Plant physiol. Biochem.* 2002. Vol. 40. P. 813–820.
5. Дикарев А. В., Дикарев В. Г., Дикарева Н. С., Гераськин С. А. Внутривидовой полиморфизм ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) по устойчивости к действию свинца // *Сельскохозяйственная биология*. 2014. № 5. С. 78–87.
6. Тяжелые металлы в агроценозах: миграция, действие, нормирование // Под ред. Н. И. Санжаровой, П. Н. Цыгвинцева. Обнинск: ФГБНУ «ВНИИРАЭ», 2019. 398 с.

UDC 546.47/49:581.1:581.4:633.16

Dikarev A. V.

Assessment of the response of four spring barley varieties to the toxic effects of cadmium according to physiological, biochemical and morphometric parameters throughout the plant's life cycle

Summary. At our previous laboratory experiments, it was found that different spring barley varieties have some different reactions to the cadmium stress at the morphologic, cytogenetic and biochemical levels of plants organization. Thus, the goal of the current work was to assess the reliability of the previous results at full vegetation cycle of plant. The experiment was carried out on the loamy soil with four contrasting at its reactions to the cadmium barley varieties. Cadmium tolerant varieties demonstrated significantly higher values of productivity (e.g. straw, in this case, weighted four times more) and had a less amounts of Cd^{2+} accumulated at tissues (1.2–2.5 times) in contrast to sensitive ones, which, in fact, gave no harvest at Cd^{2+} pollution at a rate of 50 mg/kg. The identified polymorphism of barley varieties in terms of resistance is maintained throughout the plant's life cycle.

Keywords: cadmium, soil pollution, barley, tolerant and sensitive varieties.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-88

УДК 633.81:57.085.2

Егорова Наталья Алексеевна, Загорская Маргарита Сергеевна, Якимова Ольга Валерьевна

Питательная среда для микроразмножения мяты в культуре *in vitro*

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: zagorskayamargo@gmail.com

Мята – одно из наиболее известных эфиромасличных и лекарственных растений, которое активно используется в пищевой, парфюмерно-косметической и фармацевтической промышленности. Для ускоренного размножения ценных генотипов и сортов, получения качественного посадочного материала необходимы эффективные методы клонального микроразмножения. Важнейшим фактором в технологии культивирования *in vitro* является состав питательной среды. В литературе имеются весьма противоречивые данные, касающиеся состава питательных сред для основных этапов микроразмножения *in vitro* у разных видов и сортов мяты [1–3].

Цель данной работы – изучение влияния состава питательной среды на развитие эксплантов на втором этапе клонального микроразмножения мяты для совершенствования методики размножения *in vitro*.

Материалом для исследований служили ткани и органы *Mentha canadensis* L. селекционного образца K59(4n). Этот полиплоидный образец мяты характеризуется высокой масличностью (массовая доля эфирного масла 7,09%) и содержанием ментола в эфирном масле (до 80%) [4]. В культуру *in vitro* вводили меристемы с 2 листовыми примордиями. На втором этапе (собственно микроразмножение) в качестве эксплантов использовали сегменты стебля с одним узлом, которые культивировали на питательной среде Мурасиге и Скуга (МС) с добавлением кинетина, БАП, ИУК, гибберелловой кислоты (ГК₃) и 2-3% сахарозы. В исследованиях использовали традиционные методы культуры тканей и органов. Экспланты культивировали при 24–26 °С, относительной влажности воздуха 70%, освещенности 2-3 клк с 16-часовым фотопериодом. Коэффициент размножения рассчитывали как количество микрочеренков, которое можно получить за одно субкультивирование, для этого количество образующихся на экспланте побегов умножали на число узлов на побеге.

При введении меристем мяты в асептическую культуру наблюдали развитие основного побега, а также 2-5 дополнительных. Для дальнейшего размножения проводили микрочеренкование побегов, разделяя их на сегменты стебля с одним узлом. Одним из основных факторов, лимитирующих развитие эксплантов при

микроразмножении *in vitro*, является состав питательной среды. Для некоторых выращиваемых в Крыму сортов мяты ранее была подобрана среда МС, дополненная 1,0 мг/л БАП, 0,1 мг/л кинетин, 0,5 мг/л ИУК и 3% сахарозы [1]. В нашем эксперименте модификации питательной среды МС были направлены на упрощение и удешевление состава этой среды, используемой в качестве контрольной (таблица).

Как видно из полученных данных, на питательных средах, содержащих в качестве регулятора роста только БАП (№ 3 и 4), формировалось наименьшее число побегов на эксплант. В этих вариантах опыта отмечены самые низкие коэффициенты размножения (6,2 и 5,6 соответственно). На питательной среде № 5 с БАП (0,5 мг/л) и ИУК (0,1 мг/л) выявлено незначительное увеличение коэффициента размножения. При совместном введении в питательную среду БАП и ГК₃ (среда № 6) выявлено максимальное количество побегов (5,0 шт./эксплант). В итоге коэффициент размножения достиг 10,5, однако разница с контрольной средой № 1 была недостоверна. Достоверное увеличение основного показателя – коэффициента размножения (до 11,5) отмечено на среде № 2, содержащей БАП (1,0 мг/л), ИУК (0,5 мг/л) и 2% сахарозы. Поэтому рекомендуется исключить из состава контрольной среды кинетин и уменьшить концентрацию углевода до 2%, что помимо снижения стоимости питательной среды будет способствовать повышению коэффициента размножения.

Таблица – Влияние состава питательной среды на развитие эксплантов на втором этапе клонального микроразмножения мяты

№ среды	Гормональные добавки в питательной сред МС (мг/л)	Количество побегов, шт./эксплант	Длина побега, мм	Количество узлов, шт./побег	Коэффициент размножения
1	БАП (1,0) + кинетин (0,1) + ИУК (0,5), 3% сахарозы	3,6±0,7	30,2±1,9	2,6±0,2	9,4±0,5
2	БАП (1,0)+ ИУК (0,5), 2 % сахарозы	3,2±0,3	35,4±0,8	3,6±0,1	11,5±0,5
3	БАП (1,0), 2 % сахарозы	2,6±0,2	29,2±1,4	2,4±0,2	6,2±0,4
4	БАП (0,5), 2 % сахарозы	1,8±0,1	35,8±2,6	3,1±0,3	5,6±0,4
5	БАП (0,5)+ ИУК (0,1), 2 % сахарозы	2,2±0,2	39,4±1,3	3,0±0,5	6,6±0,4
6	БАП (1,0)+ГК ₃ (0,5), 2 % сахарозы	5,0±0,8	31,3±4,7	2,1±0,2	10,5±0,6

Аналогичные данные получены А. Paric с соавт. [3], которые показали, что сочетание БАП и ИУК было оптимальным для получения максимальных морфометрических показателей эксплантов при размножении мяты. Однако в других исследованиях представлены довольно разнообразные гормональные составы сред для микроразмножения видов мяты. Так, S. Bolouk с соавт. [2] при микроразмножении *M. piperita* лучший результат получили на питательной среде МС без гормонов. С другой стороны, в работе J. Mehta с соавт. [5] для этого вида установлено, что максимальный коэффициент размножения (7,5) обеспечило сочетание 0,5 мг/л БАП и 3,0 мг/л кинетин. Имеются сведения о том, что оптимальная среда, на которой коэффициент размножения у *M. piperita* достигал 15,0, содержала БАП (0,75 мг/л), аденин (0,1 мг/л), ИУК (0,05 мг/л) и ГК₃ (0,5 мг/л) [6].

Таким образом, в результате наших исследований на примере селекционного образца мяты K59(4n) показано, что максимальный коэффициент размножения обеспечивала питательная среда МС с добавлением БАП (1,0 мг/л), ИУК (0,5 мг/л) и 2 % сахарозы. Для ряда сортов мяты (Ажурная, Бергамотная, Украинская перечная) также показана эффективность этой среды, на которой коэффициенты размножения при микроклонировании достигали 11,8.

Литература

1. Бугара И. А. Индуцированный морфогенез и клональное микроразмножение перспективных сортов мяты. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ялта: НБС-ННЦ, 2006. 20 с.
2. Bolouk S. G., Kazemitabar A. S. K., Sinaki J. M. *In vitro* culture of the peppermint plant (*Mentha piperita*) without the use of hormones // Int. J. Agric. Crop Sci. 2013. Vol. 6 (18). P. 1279–1283.

3. Paric A., Karalija E., Cakar J. Growth, secondary metabolites production, antioxidative and antimicrobial activity of mint under the influence of plant growth regulators // *Acta Biologica Szegediensis*. Vol. 61. No. 2. 2017. P. 189–195.

4. Бугаенко Л. А., Шилов Н. П. Полиплоидия и межвидовая гибридизация у мяты. Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. С. 86–90.

5. Mehta J., Naruka R., Sain M., Dwivedi A., Sharma D., Mirza J. An efficient protocol for clonal micropropagation of *Mentha piperita* L. (Pippermint) // *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2012. Vol. 2 (4). P. 518–523.

6. Таланкова-Середа Т. Е., Коломієць Ю. В., Григорюк І. П. Клональне мікророзмноження сортів м'яты перцевої (*Mentha piperita* L.) української селекції // *Біотехнологія та біобезпека*. 2016. № 2 (31). С. 5–56.

UDC 633.81:57.085.2

Yegorova N. A., Zagorskaya M. A., Yakimova O. V.

Culture medium for mint micropropagation *in vitro*

Summary. The influence of the culture medium composition on the development of explants at the second stage of clonal micropropagation of mint (*Mentha canadensis* L. K59(4n)) was studied in order to improve the *in vitro* propagation technique. It was shown that the maximum multiplication rate (11.5) was provided by MS medium supplemented with BAP (1.0 mg/L), IAA (0.5 mg/L) and 2% sucrose.

Keywords: mint, micropropagation *in vitro*, culture medium, explants.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-89

УДК 633.81:57.085.2

Егорова Наталья Алексеевна, Ставцева Ирина Викторовна

Оптимизация приемов клеточной селекции лаванды на устойчивость к низкотемпературному стрессу

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: yegorova.na@mail.ru

Важной задачей селекции эфиромасличных растений, в том числе и лаванды, является создание высокопродуктивных сортов, устойчивых к стрессовым факторам среды. Клеточная селекция – один из эффективных биотехнологических методов, который позволяет получать генотипы, устойчивые к засухе, засолению почв, экстремальным температурам, болезням и другим факторам [1]. В исследованиях по селекции *in vitro* применяют разные методические подходы, схемы отбора, экспланты, селективные агенты, питательные среды и длительность стресса [2,3]. В качестве объектов для отбора *in vitro* используют каллусные, суспензионные культуры, зиготические зародыши [1–4]. Цель работы – изучение действия низкотемпературного стресса на развитие каллусных культур лаванды для оптимизации приемов клеточной селекции на устойчивость к этому фактору *in vitro*.

Материалом для исследований служили каллусные культуры, полученные из листовых эксплантов лаванды (*Lavandula angustifolia* Mill.) сорта Степная, которые культивировали на MS среде с добавлением 1,0 мг/л НУК и 0,5 мг/л БАП. В некоторых вариантах эксперимента каллусы предварительно культивировали на питательной среде с добавлением 10 мг/л колхицина в течение 14 сут. Для моделирования низкотемпературного стресса проводили закаливание культур при 4–0 °С (5 сут), промораживание при постепенном снижении температуры от 0 до –10... –14 °С и оттаивание при 4–0 °С (5 сут). Испытаны четыре варианта промораживания при снижении температуры: 1) до –10 °С (10 сут); 2) до –10 °С (12 сут); 3) до –12 °С (16 сут); 4) до –14 °С (19 сут). В контроле культивирование осуществляли при 26 °С. После холодного стресса каллусы пересаживали на свежую питательную среду и культивировали при 26 °С, 70 % влажности и освещенности 2–3 клк с 16-ти часовым фотопериодом. В конце цикла выращивания определяли массу и ростовой индекс (РИ) каллуса, а также частоту морфогенеза.

В ходе предварительных опытов выявлена необходимость проведения закалки и возможность отбора каллусов при отрицательных температурах, показана сортовая вариабельность по устойчивости к холодовому стрессу, продемонстрировано преимущество использования для обработки каллусов на линейной фазе цикла выращивания [5]. В данной работе проводили сравнение устойчивости к низкотемпературному стрессу неморфогенных и морфогенных (с зелеными меристематическими участками и почками) каллусов, а также эффективности применения предварительной обработки культур мутагеном, в качестве которого использовали колхицин (рисунок) и температуры промораживания происходило снижение прироста массы каллуса. Тип каллуса оказал значительное влияние на устойчивость к холодовому стрессу. У неморфогенных каллусов достоверное снижение РИ наблюдали после второго варианта холодового стресса, а третий и четвертый варианты оказали летальное действие на каллусные ткани, приводя к их некрозу. Морфогенные каллусы были более устойчивы к отрицательным температурам по сравнению с неморфогенными – у них выше сублетальная доза (четвертый вариант промораживания), выше РИ при действии стресса, и, следовательно, можно выделить больше устойчивых линий. Определены сублетальные режимы промораживания для разных типов каллусов: у неморфогенного – второй, а у морфогенного – четвертый вариант промораживания.

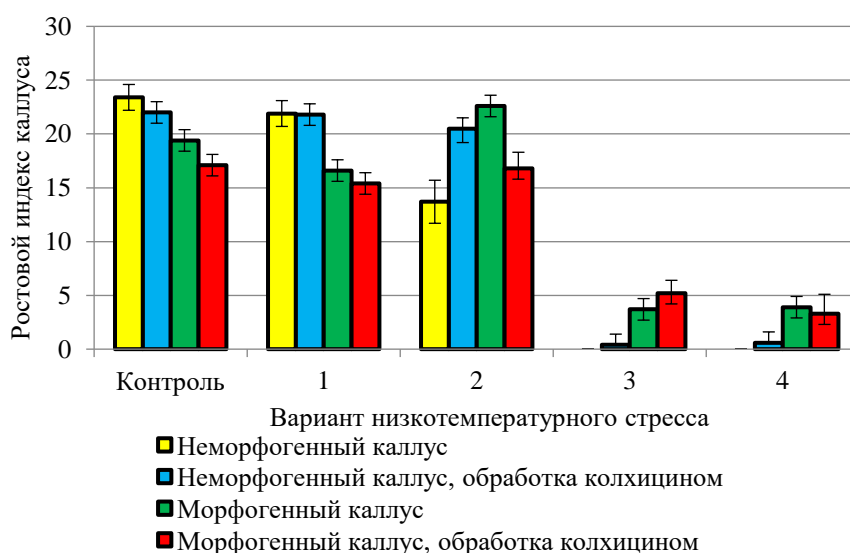


Рисунок – Влияние разных вариантов низкотемпературного стресса и типа каллуса на прирост массы каллуса лаванды сорта Степная

Мутагенная предобработка каллусных культур способствовала повышению устойчивости к стрессу неморфогенных каллусов, у которых только после действия колхицина наблюдали небольшой прирост после третьего и четвертого вариантов холодового стресса, которые для необработанного каллуса были летальными. Для морфогенных каллусов такая обработка не оказала существенного влияния, за исключением второго варианта стресса.

Важнейшей проблемой при клеточной селекции *in vitro* является сохранение регенерационной способности у выделенных устойчивых клеточных линий. Установлено, что сразу после низкотемпературного стресса для дальнейшего культивирования как неморфогенных, так и морфогенных каллусов лучше использовать питательную среду для каллусогенеза (МС160 с 1,0 мг/л НУК и 0,5 мг/л БАП), на которой РИ были в 1,5–3,1 раза выше, чем на среде для индукции

морфогенеза (МС427 с 1,0 мг/л БАП). В следующем пассаже после отрастания неморфогенные каллусные культуры переносили на среду МС427.

Однако линии лаванды, отобранные из устойчивых неморфогенных каллусов, при их дальнейшем переводе на регенерационную среду были не способны к морфогенезу. После холодового стресса индукцию морфогенеза наблюдали только у линий, отобранных из морфогенных каллусов. При этом у выделенных устойчивых линий частота морфогенеза снижалась в 3–5 раз, а развитие почек и побегов было заторможено по сравнению с контролем, что часто отмечали при клеточной селекции других видов растений [1, 2]. Из отобранных устойчивых к низкой температуре каллусных линий лаванды получены растения-регенеранты, которые будут в дальнейшем изучены в полевых условиях.

В результате исследований показана большая эффективность использования для клеточной селекции лаванды на устойчивость к низкотемпературному стрессу морфогенных каллусных культур, чем неморфогенных; определен сублетальный режим обработки; отобраны устойчивые линии, из которых получены растения-регенеранты.

Литература

1. Rai M. K., Kalia R. K., Singh R., Gangola M. P., Dhawan A. K. Developing stress tolerant plants through *in vitro* selection – an overview of the recent progress // *Environmental and Experimental Botany*. 2011. Vol. 71(1). P. 89–98.
2. Дубровна О. В., Чугункова Т. В., Бавол А. В., Лялько И. И. Біотехнологічні та цитогенетичні основи створення рослин, стійких до стресів. Київ: Логос, 2012. 428 с.
3. Kondic-Sipka A., Hristov N., Kobiljski B. *In vitro* screening for low temperature tolerance of wheat genotypes // *Genetica*. 2006. Vol. 38. No. 2. P. 137–144.
4. Егорова Н. А., Ставцева И. В. Разработка биотехнологических приемов получения устойчивых к низкотемпературному стрессу форм кориандра *in vitro* // *Масличные культуры*. 2016. Вып. 1 (165). С. 43–50.
5. Егорова Н. А., Ставцева И. В. Разработка селективной системы *in vitro* для получения каллусных линий лаванды, устойчивых к низкой температуре // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017. № 4 (67). С. 48–51.

UDC 633.81:57.085.2

Yegorova N. A., Stavtseva I. V.

Optimization of the methods of lavender cell selection for resistance to low temperature stress

Summary. The influence of low-temperature stress on the callus culture development of *Lavandula angustifolia* was investigated. The use of morphogenic callus is more effective for cell selection than that of non morphogenic one. The sublethal regime of treatment by stress factor for morphogenic callus was determined – freezing during 19 days when air temperature decreases gradually to –14 °C. Resistant lines were selected, then plants were regenerated from them.

Keywords: *Lavandula angustifolia*, selection *in vitro*, low- temperature stress, callus culture.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-90

УДК 635.71+ 577.113.083

Загорская Маргарита Сергеевна

Некоторые аспекты выделения геномной ДНК из растений лаванды разного происхождения

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: zagorskayamargo@gmail.com

Лаванда узколистная (*Lavandula angustifolia* Mill.) – лекарственное, эфиромасличное, пряно-ароматическое многолетнее растение семейства Lamiaceae. Из-за богатого насыщения биологически активными компонентами, используют как само растение, так и эфирное масло. Эфирное масло лаванды узколистной (основные компоненты – линалилацетат и линалоол) обладает противовоспалительным,

антифунгальным, седативным, антиконвульсивным, обезболивающим, антисептическим, антиоксидантным действием [1].

Методика выделения ДНК из растений лаванды, как эфиромасличной культуры, имеет ряд трудностей. При том, в молекулярно-генетических исследованиях часто используется не только свежий материал, но и микропобеги из культуры *in vitro*, замороженный материал. Оптимизация методики выделения ДНК для подобных состояний биоматериала актуальна.

Цель работы: оптимизировать метод выделения геномной ДНК из растений лаванды разного происхождения.

Объектами нашего изучения являются растения лаванды узколистной сортов Синева и Степная а) выращенные в условиях закрытого грунта; б) микрорастения, выращенные в культуре *in vitro*; в) отобранные побеги из поля, сохраненные при -20°C в течение года. В качестве основы мы использовали метод выделения ДНК по J. Doyle [2] на основе детергента СТАВ/ЦТАБ (цетилтриметиламмоний бромид). Качество и количество ДНК определяли, используя электрофорез в 1,5 % агарозном геле и спектрофотометрический анализ.

Самый первый этап при выделении ДНК – это измельчение и разрушение клеточной стенки. Во многих методиках [3–5] для этого используют жидкий азот, но так как это не самый доступный компонент, то в качестве более дешевой и доступной альтернативы мы использовали растирание растительных образцов вместе с оксидом алюминия (Al_2O_3) 5:1 [6]. Мы не использовали меркаптоэтанол. В качестве лизирующего реагента мы использовали СТАВ буфер, так как он наиболее часто применяется и рекомендуется в других публикациях при работе с растениями, в том числе ароматическими [3, 4, 7], а также входит в состав коммерческих наборов для выделения растительной ДНК (NucleoSpin®). Далее мы следовали методике J. Doyle и добавляли хлороформ-изоамиловый спирт (24:1) для очистки от примесей. Однако одного раза было недостаточно, мы повторили эту процедуру дважды, чтобы полностью очистить образцы. Центрифугировали и отбирали верхнюю фазу и вновь, добавляли хлороформ, а не ацетат Na, как рекомендовано в методике J. Doyle. При использовании ацетата Na содержание ДНК было от 3–9 нг/мкл. Использование фенол-хлороформного этапа в выделении этим методом также негативно повлияло на количество ДНК (2 нг/мкл). Далее следовали методике.

Был проведен спектрофотометрический анализ образцов выделенной ДНК. Отношение поглощения при длинах волн 230 нм, 260 нм и 280 нм (260 нм/280 нм и 260 нм/230 нм) показывает чистоту препарата ДНК (таблица). Препарат считается чистым, если отношение значений приблизительно равно 1,8–2,0.

Таблица – Спектрофотометрические показатели эффективности выделенной ДНК растений лаванды

Происхождение	Образец	Концентрация ДНК, нг/мкл	Соотношение 260/280	Соотношение 260/230
а) Растения, выращенные в условиях закрытого грунта	Синева	32,3	1,7	1,7
	Степная	44,4	1,8	2,0
б) Микропобеги, культивируемые в условиях <i>in vitro</i>	Синева	33,6	1,8	1,7
	Степная	57,7	1,7	1,7
в) Отобранные побеги из поля, сохраненные при -20°C в течение года	Синева	16,2	1,6	1,6
	Степная	15,0	1,6	1,6

Во всех вариантах ДНК выделена с концентрацией более 10 нг/мкл, что считается достаточным для выполнения молекулярно-генетических исследований. А соотношение длин волн указывает на чистоту проб. Только образцы (в), сохраненные при -20°C имеют немного заниженные показатели, что свидетельствует о наличии

примесей белка, фенола из-за того, что это не свежие образцы, а значит часть ДНК деградировала.

Электрофоретическое разделение полученных образцов в 1,5 % агарозном геле, дало четкие полосы на уровне 20000 п.н., что свидетельствует о выделенной геномной ДНК.

Таким образом, оптимизированная методика J. Doyle подходит для выделения ДНК из растений лаванды разного происхождения (растения, выращенные в условиях закрытого грунта; микропобеги, культивируемые в условиях *in vitro*; отобранные побеги из поля, сохраненные при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение года). Метод основан на СТАВ буфере, без использования жидкого азота, меркаптоэтанола и ацетата натрия, что упрощает и удешевляет его.

Литература

1. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 18–40.
2. Doyle J. J. Isolation of plant DNA from fresh tissue // Focus. 1990. Vol. 12. P. 13–15.
3. Ghaffariyan S., Mohammadi S. A., Aharizad S. DNA isolation protocol for the medicinal plant lemon balm (*Melissa officinalis*, Lamiaceae) // Genet. Mol. Res. 2012. Vol. 11. P. 1049–1057.
4. Vega-Vela N. E., Chacon-Sanchez M. I. Isolation of high-quality DNA in 16 aromatic and medicinal Colombian species using silica-based extraction columns // Agronomía Colombiana. 2011. Vol. 23. No. 3. P. 349–357.
5. Булавин И. В., Браилко В. А., Гребенникова О. А., Андреев М. С., Кривенко О. В., Митрофанова И. В. Оценка эффективности коммерческих наборов для выделения ДНК из лавандина (*Lavandula × intermedia emeric ex loisel.*) // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 59. С. 286–293.
6. Великов В. А. Молекулярная биология. Практическое руководство. Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. С. 84.
7. Рябушкина Н. А., Омашева М. Е., Галиакпаров Н. Н. Специфика выделения ДНК из растительных объектов // Биотехнология. Теория и практика. 2012. № 2. С. 9–26.

UDC 635.71+ 577.113.083

Zagorskaya M. S.

Some aspects of the genomic DNA isolation from lavender plants of different origin.

Summary. The method of DNA extraction from lavender plants has some difficulties. Moreover, molecular genetic studies often use not only fresh materials but also microplants from an *in vitro* culture or frozen material. For all these types of samples, the DNA isolation technique was developed, which is based on the CTAB buffer, but without the use of liquid nitrogen, mercaptoethanol and sodium acetate, which, in turn, simplifies and reduces the cost of the method.

Keywords: lavender, genomic DNA, isolation.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-91

УДК 633.63:581.143.6

Землянухина Ольга Александровна¹, Васильченко Елена Николаевна²

Сравнительное изучение физиолого-биохимических свойств гаплоидных линий *Beta vulgaris* L.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет имени императора Петра I»

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени

А. Л. Мазлумова»

e-mail: oz54@mail.ru

В настоящее время создание новых гибридов сахарной свеклы является одним из основных направлений селекции. В этом процессе незаменимы биотехнологические приемы создания гаплоидных, а затем и дигаплоидных линий растений с целью получения гомозиготного материала. Метод гаплоидии позволяет более точно определять действие конкретного гена, связанного с селективными признаками и с характером их проявления. Использование физиолого-биохимических приемов при

этом позволяет выявить сложные биохимические взаимодействия внутри хромосомного аппарата клетки, с процессами метилирования ДНК [1].

Цель работы – исследование изоферментных спектров нескольких линий гаплоидных регенерантов сахарной свеклы в сравнении с родительскими формами для выявления наиболее интересных для дальнейшей селекции.

При выполнении исследования использованы растения селекции ФГБНУ ВНИИСС им. А. Л. Мазумова. Донорским материалом служили МС-форма (мужскостерильные формы) – КЛ, производные от нее гаплоидные линии Л1-Л3, а также фертильный донор К1 и его гаплоидные линии №№ 1–5. На основе предыдущих исследований [2] изучали изоферментные спектры 6-фосфоглюконатдегидрогеназы (6-PDG; КФ 1.1.1.44), изоцитратдегидрогеназы (NADP-форма IDG; КФ 1.1.1.42), малик энзима (NAD-ME; КФ 1.1.1.39). Изоферментный анализ проводили с помощью электрофореза по методике Дэвиса, выявление активности ферментов – по [3]. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Электрофоретическая подвижность изоформ 6-PDG, NADP-IDG, NAD-ME

образец R _f	К1	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	КЛ	Л1	Л2	Л3
6- PGD										
0,24	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
0,33	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
IDG										
0,26	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
0,31	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
0,37	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
0,39	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
ME										
0,32	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
0,34	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-

При сравнительном анализе изоферментного спектра 6-PDG у всех гаплоидных образцов обнаружены два одинаковых компонента активности с электрофоретической подвижностью – 0,24 и 0,33. Отсутствие активности фермента у линии Л1 возможно, связано с высокой активностью супероксиддисмутазы, которая поглотила активность 6-PDG. Активность IDG у всех образцов проявляется в виде двух изоформ, однако у гаплоидов мужскостерильной линии «Л» выявлен полиморфизм: образец Л3 образует сходный рисунок с контрольным (КЛ), а образцы линий Л2 и Л3 имеют сходный рисунок активности фермента с растениями первой группы (К1, №№ 1–5). У образцов первой группы – производных фертильной формы – фермент мономорфен. Анализ электрофореграммы ME показал, что фермент мономорфен у растений первой группы и представлен одной зоной активности с R_f = 0,32. Для растений группы «Л» также показано присутствие одного компонента фермента, однако электрофоретическая подвижность выше (R_f = 0,34), чем у первой группы. Растение Л3 обнаружило одинаковый спектр IDG с растениями первой группы. Таким образом, показано, что спектры двух ферментов – изоцитратдегидрогеназы и малик энзима являются полиморфными, а фермент 6-фосфоглюконатдегидрогеназа в данном исследовании мономорфен и не может быть использован в дальнейшей селекции. Наряду с исследованными ранее изоформами 1- и 2-эстераз [4], в отборе гаплоидных линий сахарной свеклы для дальнейшей селекции пригодны три фермента, два из которых отмечены выше.

Литература

1. Левитес Е. В. Генетика изоферментов растений. Новосибирск: Наука, 1986, 145 с.
2. Васильченко Е. Н., Землянухина О. А. Изучение биохимических свойств гаплоидных регенерантов сахарной свеклы в культуре *in vitro* // Научный альманах. 2018. № 4-3 (42). С. 165–167. DOI: 10.17117/na.2018.04.03.164.

3. Землянухин А. А., Землянухин Л. А. Большой практикум по физиологии и биохимии растений. Воронеж: ВГУ, 1996. 188 с.

4. Васильченко Е. Н., Жужжалова Т. П., Землянухина О. З., Карпеченко Н. А. Особенности морфогенеза и молекулярно-биохимических свойств гаплоидных регенерантов сахарной свеклы // Сахарная свёкла. 2017. № 8. С. 14–20.

UDC 633.63:581.143.6

Zemlyanukhina O. A., Vasilchenko E. N.

Comparative investigation of the physiological and biochemical properties of *Beta vulgaris* L. haploid lines

Summary. The aim of the work was to study the isoenzyme spectra of several lines of haploid regenerants of sugar beet in comparison with the parent forms in order to identify the most interesting ones for further selection. The donor material was the MS-form (male-sterile form), haploid lines derived from it, as well as the fertile donor and its haploid lines. It was shown that the spectra of two enzymes – isocitrate dehydrogenase and malic enzyme are polymorphic, and the enzyme 6-phosphogluconate dehydrogenase is monomorphic and cannot be used in further selection.

Keywords: sugar beet, regenerants, selection, isoenzyme spectra, 6-phosphogluconate dehydrogenase, malic enzyme, isocitrate dehydrogenase, polymorphic.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-92

УДК 664.38

Куликов Денис Сергеевич¹, Колпакова Валентина Васильевна¹, Гулакова Валентина Андреевна¹, Уланова Рузалия Владимировна², Чумикина Людмила Васильевна³

Биотехнологические процессы переработки зерна гороха с получением концентрированных белковых препаратов

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН»;

²ФГБНУ «Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского, Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН»;

³ФГБНУ «Институт биохимии им. А.Н. Баха, Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН»

e-mail: val-kolpakova@rambler.ru

Дефицит полноценного белка приводит к увеличению интереса населения к альтернативным источникам белка [1]. Особый интерес вызывает горох, использование которого позволяет создавать технологии белковых концентратов, изолятов и ряда побочных продуктов [2].

Целью исследований явилось определение закономерностей влияния технологических факторов и ультразвукового воздействия (УЗВ) на растворимость и выход горохового белка, произведенного биотехнологическим способом.

В качестве объекта исследования использовали гороховую муку сорта «Ямал» с 88,4 % СВ, массовая доля, % на СВ: белок (Nx 6,25) – 25,7; зола – 2,67; жир – 1,46; крахмал – 51,50; углеводы – 18,76. Используются ферментные препараты (ФП) фирмы Novozymes A/S, (Дания): Shearzym 500 L, Viscoferm L, Fungamyl 800 L, AMG 300, Novozyme 25008, Distizym Protacid (фирм Erbslon). Массовую долю белка определяли по ГОСТ 10846 [3], влаги – по ГОСТ 13586.5 [4]; золы – по ГОСТ 27494 [5]; жира – по ГОСТ 29033 [6]. Аминокислотный состав (АС) определяли на хроматографе модели L-8800 фирмы “Hitachi” (Япония) в стандартном режиме анализа белковых гидролизатов. Ультразвуковую (УЗ) обработку белковой суспензии проводили на аппарате Soniprep 150 ME. Фракционный состав белков определяли по методу Осборна в модификации Бушука [7]. Обработку экспериментальных данных проводили с программами Table Curve 2D 5.1, Table Curve 3D 4.0, Mathematica 10.3 и Statistica 10.

Для выбора способа экстракции белков гороховой муки исследован их фракционный состав. Гороховая мука содержала 57,05 % водорастворимых белков; 23,04 % солерастворимых; 2,94 % спирторастворимых; 0,61 % кислоторастворимых; 10,40 % щелочерастворимых и 5,96–10,86 % склеротических белков. Чтобы не использовать раствор щелочи для полного перевода белков в раствор, исследовали влияние ФП на показатель растворимости по стадиям: на первой и второй стадиях использовали карбогидразы: Viscoferm L и Fungamyl 800 L – на первой стадии, Shearzym 500 L и AMG 300 L – на второй стадии и протеазу Distizym Protacid. – на третьей стадии. Более подробно процесс описан в работе [8]. Составлена матрица планирования эксперимента зависимости растворимости белка муки от концентрации ФП, продолжительности экстракции, гидромодуля на первых двух стадиях. Результаты указывали на хорошо выраженные пики зависимости растворимости белка от исследуемых факторов. При оптимальных параметрах экстракции белка на первой–второй стадиях осадок, после центрифугирования дисперсии, обрабатывали на третьей стадии протеазами ФП Distizym. Растворимость белка при этом достигала ~ 30 % от общего его количества в навеске. В итоге в трех стадиях с использованием ФП экстрагировано около 60 % белка. Для повышения растворимости белка проведена обработка исходной суспензии муки и суспензии нерастворимого осадка. Максимальный переход белка в раствор достигался при трехминутной УЗ обработке и амплитуде волны 10 мкм. Растворимость белка по сравнению с контрольным образцом повышалась на 21,42 % (рисунок).

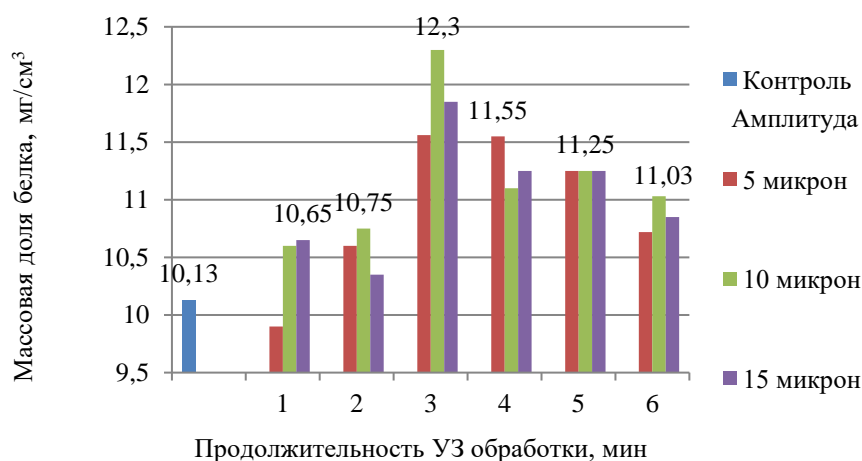


Рисунок – Влияние УЗ обработки гороховой суспензии на растворимость белка

Обработка УЗ суспензии муки и нерастворимого остатка обеспечила почти одинаковую растворимость азотистых веществ – 83–84 % ($N \times 6,25$) от количества в сырье.

Для выделения белковых веществ из растворов изменением рН создавали изоэлектрическую точку. Суспензию центрифугировали, отделили надосадочную сыворотку. Осадок высушивали лиофильным способом и получали белковый концентрат (БК) с химическим составом, % на СВ: белок ($N \times 6,25$) – $70,48 \pm 0,41$; зола – $1,55 \pm 0,07$; жир – $4,47 \pm 0,27$; углеводы – $24,5 \pm 0,76$. Белок содержал незаменимые аминокислоты, мг/100 г продукта: Thr – 26,41; Met+Cys – 15,20; Val – 26,72; Ile – 30,24; Leu – 53,04; Phe+Tyr – 54,09; Lys – 42,03; Try – 8,66.

Выполнены исследования по определению закономерностей влияния технологических факторов (концентрации ФП, продолжительности ферментации, гидромодуля) и УЗ воздействия на растворимость и выход горохового белка с оптимизацией процесса экстракции с ферментами для получения БК с выходом 83–84%, массовой долей белка $70,48 \pm 0,41$ и высокой биологической ценностью.

Литература

1. Soderberg J. Functional properties of legume proteins compared to egg proteins and their potential as egg replacers in vegan food. Publication No. 378. Uppsalla, 2013. 43 p.
2. Pruter T. Alternative crops for a traditional potato starch producer. 69th Starch Convention in Detmold, Germany. 2018. 35 p.
3. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка // Зерно. Методы анализа: Сборник ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 10 с.
4. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности. М.: Стандартинформ, 2016. 15 с.
5. ГОСТ 27494-2016. Мука и отруби. Методы определения зольности. М.: Стандартинформ, 2016. 14 с.
6. ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. М.: Издательство стандартов, 1992. 12 с.
7. Вакар А. Б., Колпакова В. В. Растворимость глютелиновой фракции клейковины // Вестник сельскохозяйственной науки. 1976. № 7. С. 45–49.
8. Андреев Н. Р., Колпакова В. В., Гольдштейн В. Г., Кравченко И. К., Уланова Р. В., Гулакова В. А., Шевякова Л. В., Макаренко М. А., Лукин Н. Д. Утилизация вторичных продуктов переработки тритикале с получением кормового микробно-растительного концентрата для прудовых рыб // Юг России: экология, развитие. 2017. Т. 12. № 4. С. 90–104. DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-90-104.

UDC 664.38

Kulikov D. S., Kolpakova V. V., Gulakova V. A., Ulanova R. V., Chumikina L. V.

Biotechnological processes of pea grain processing to produce concentrated protein preparations

Summary. A mathematical model has been developed for the dependence of the solubility of pea flour protein on technological factors (concentration of enzyme preparations, duration of fermentation, hydromodule). The optimal technological parameters were determined at 1 + 2 stages of fermentation (concentration of enzyme preparations 170 units/g of DS or 1.5 %/g of protein, duration of fermentation was 4 hours, water module 1:15), at which the solubility and yield of pea protein reached 60 % of total content in raw materials. New information has been obtained on the effect of ultrasonic treatment on a suspension of pea flour to increase protein yield by 23–24 % compared with a control sample with an ultrasound wave amplitude of 10 microns and a processing time of 3 minutes, the final solubility is 83–84 %. The resulting protein product was characterized by high protein content, complementary amino acid composition; it is recommended for use in food purposes.

Keywords: enzyme preparations, extraction, peas, protein concentrates, ultrasound.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-93

УДК 57.085.23; 577.2

Савенко Елена Георгиевна, Мухина Жанна Михайловна, Глазырина Валентина Александровна

Использование экспериментальной биотехнологии для ускоренного создания селекционного материала риса *Oryza sativa* L.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
e-mail: avena5@rambler.ru

Сокращение необходимого для создания сортов времени – основное назначение биотехнологического приема получения удвоенных гаплоидов (DH) в культуре пыльников/микроспор *in vitro*. Среди зерновых культур эффективность метода наиболее высока у риса. В Китае первые сорта риса через культуру пыльников были получены ещё в 1975 г.

Целью исследований являлась разработка схемы ускоренного и массового создания удвоенных гаплоидов риса.

В исследованиях использовали гибриды риса F₁ поколения. Работы вели по общепринятым методикам *in vitro*. Для экстракции ДНК использовали СТАВ-метод, для генотипирования – мультиплексный ПЦР-анализ, для выполнения ДНК-анализа – автоматический генетический анализатор «ABPrism 3130», позволяющий

идентифицировать разницу в размерах амплифицируемых фрагментов с точностью до одной пары нуклеотидов.

Результатом проведенного авторским коллективом исследования стала эффективная схема ускоренного создания гомозиготных селекционных ресурсов риса за счет использования технологии гаметных клеток, оптимизированной для применения на селекционном материале коллекции ФГБНУ «ФНЦ риса» [1], которая имеет следующие этапы: 1. Оптимизация условий выращивания донорных растений; 2. Определение оптимальных сроков (фаза онтогенеза растений; время суток и т.д.) сбора эксплантов (метелки) с донорных растений; 3. Оработка наиболее эффективных вариантов стерилизации и температурной предобработки эксплантов; 4. Детализация состава искусственных питательных сред применительно к целевым генотипам риса для эффективной регенерации растений в условиях *in vitro*; 5. Массовое получение гаплоидов и ДН риса на основе различных генетических источников; 6. Полевые испытания морфологической выравненности полученных андрогенных линий с последующим их размножением для получения семенного потомства с одновременным ДНК-анализом их генетической однородности (получение микросателлитных профилей); 7. Передача полученных ресурсов для включения в селекционные схемы в качестве прототипов сортов с последующей государственной регистрацией (районирование) и выходом на внутренний рынок семян.

Ежегодно тысячи удвоенных гаплоидов, адаптированных к условиям *ex vitro*, изучают несколько селекционных подразделений научного центра в полевых условиях для проверки их морфологической выравненности и оценки по хозяйственно важным признакам [2, 3]. На основе выделенных гомозиготных линий районированы сорта Биориза, Сонет, Соната, Привольный 4, Ивушка. Параллельно с полевой оценкой проводится генотипирование ДН линий и полученных на их основе сортов ДНК-анализом (микросателлитным) для проверки их генетической однородности. В таблице представлены профили 14 микросателлитных локусов ДНК двух сортов, полученных на основе удвоенных гаплоидов.

Таблица – Микросателлитные профили сортов риса, полученных на основе удвоенных гаплоидов

Сорт	Размер амплифицируемых фрагментов (пар олигонуклеотидов)													
	RM1	RM11	RM122	Rm168	Rm167	Rm164	Rm510	Rm307	Rm154	Rm162	Rm44	Rm316	Rm19	Rm474
Сонет	93	127	226	98	149	305	125	129	185	243	121	202	216	261
Соната	93	127	228	98	149	259	125	129	185	204	121	200	219	257

На рисунке (результаты приведены в интерфейсе рабочего окна программы GeneMapper 4.1) видно, что изученные генотипы гомозиготны в исследованных локусах ДНК, что говорит об их генетической однородности. По результатам SSR-генотипирования для сортов Сонет и Соната получены ДНК-паспорта.

Сочетая методы классической селекции с современными биотехнологиями (молекулярное маркирование и экспериментальная гаплоидия), удастся существенно повысить эффективность и скорость селекционной работы по выводу на внутренние рынки страны сортов нового поколения, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков.

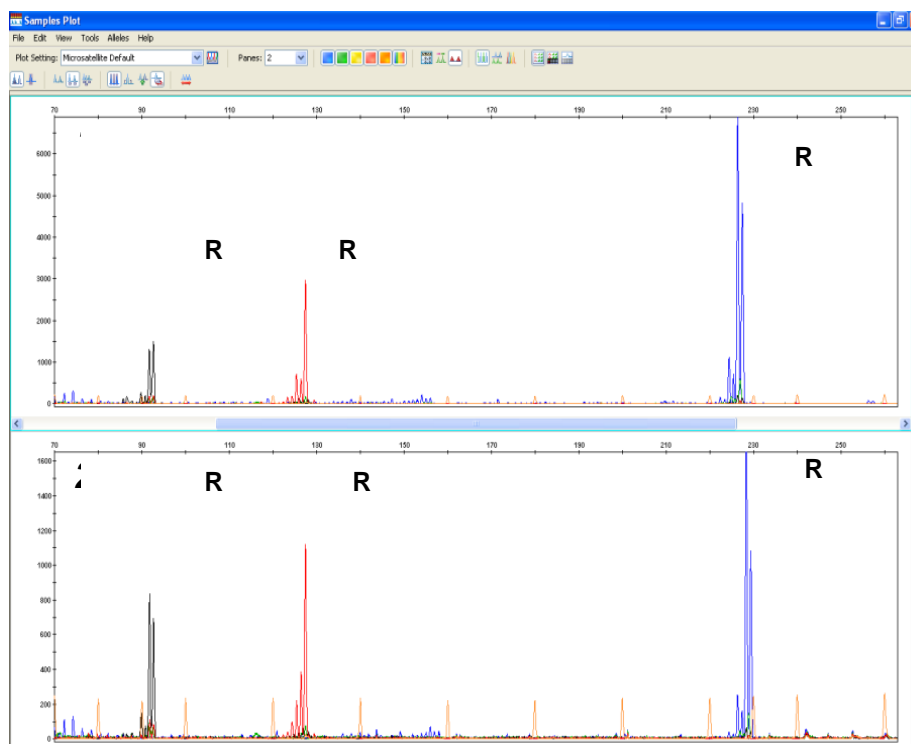


Рисунок – Результаты мультиплексного фрагментного анализа сортов риса Сонет (1) и Соната (2) по микросателлитным маркерам RM1, RM11 и RM122

Литература

1. Савенко Е. Г., Глазырина В. А., Мухина Ж. М. Разработка системы прямой регенерации растений // Рисоводство. 2002. № 1. С. 19.
2. Малышева Н. Н., Савенко Е. Г., Глазырина В. А., Шундрин Л. А. Комплексная оценка дигаплоидных линий риса // Материалы Международного АгроБизнес Форума «Развитие сельскохозяйственного производства в условиях Таможенного союза». Кызылорда, 2010. С. 67–71.
3. Малышева Н. Н., Савенко Е. Г., Глазырина В. А., Шундрин Л. А. Получение, оценка и отбор дигаплоидных линий риса с хозяйственно-ценными признаками // Рисоводство. 2012. Т. 21. С. 14–18.

UDC 57.085.23; 577.2

Savenko E. G., Mukhina Zh. M., Glazyrina V. A.

Use of experimental biotechnology for accelerated development of breeding material

Summary. The combination of such biotechnological techniques as experimental haploidy and molecular marking allows developing breeding material with simultaneous DNA analysis of its genetic homogeneity (obtaining microsatellite profiles). According to the results of SSR genotyping, DNA passports were obtained for androgenic cultivars ‘Sonnet’ and ‘Sonata’.

Keywords: *in vitro*, haploidy, molecular marking, genotyping.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-94

УДК 57.085.23; 577.2

Савенко Елена Георгиевна, Мухина Жанна Михайловна, Глазырина Валентина Александровна, Шундрин Людмила Анатольевна

Контроль гаметного происхождения регенерантов капусты белокочанной в культуре пыльников *in vitro*

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
e-mail: avena5@rambler.ru

Гаплоидные технологии (андрогенез) расширяют спектр формообразовательного процесса, облегчают отбор полезных генов, способствуют

обнаружению редких рецессивных аллелей, помогают создать уникальные формы, таким образом, повышают эффективность практической селекции [1, 2]. При получении регенерантов капусты белокочанной в культуре пыльников, а не микроспор *in vitro*, очень важно идентифицировать плоидность растений и ранжировать их на гаплоиды и диплоиды еще на пробирочном уровне, так как есть вероятность регенерации растений из соматически клеток стенки пыльника.

Цель исследования – методическая схема контроля гаметного происхождения (микроспоры), получаемых в культуре пыльников *in vitro* регенерантов капусты белокочанной *Brassica oleracea* L.

В исследованиях использовали гибриды капусты белокочанной. Работы велись по общепринятым методикам *in vitro*. Выделение ДНК осуществляли методом СТАВ, ПЦР-анализ с использованием SSR-маркеров, доступных на сайте <http://www.brassica.info> [3]. Визуализацию продуктов ПЦР осуществляли с использованием электрофореза в 2 % агарозном геле.

Плоидность андрогенных растений определяли с помощью подсчёта хлоропластов в устьичных клетках, а также с помощью прямого подсчета хромосом в препаратах корневых меристем. При исследовании устьиц эпидермиса регенерантов обнаружено, что у части растений в паре замыкающих устьиц 10–15 хлоропластов, у части растений в паре замыкающих клеток насчитывалось 6 – 9 хлоропластов.

При подсчете хромосом в корневых меристемах оказалось, что у растений, в паре замыкающих клеток устьиц которых обнаружено 6–9 хлоропластов, насчитывалось 9 хромосом, то есть эти регенеранты имели гаплоидную природу. Регенеранты, имеющие 18 хромосом, имели 10-15 хлоропластов в паре замыкающих клеток и были либо спонтанно удвоенными гаплоидными растениями, либо имели происхождение из соматических тканей пыльника. Для проверки и подтверждения гаметного происхождения растений, полученных из пыльников капусты белокочанной, сравнивали аллельное состояние ДНК (микросателлитных SSR) локусов доноров и регенерантов. Обязательным условием информативности молекулярных маркеров было состояние гетерозиготности у донорных растений в изучаемом микросателлитном локусе. Изучено 10 SSR маркеров. SSR-локусы, в которых донорные растения оказались гомозиготными, были отбракованы. Локус *BoIAB20TR* оказался гетерозиготным у большинства изученных донорных генотипов капусты белокочанной, именно он был выбран для дальнейшей работы.

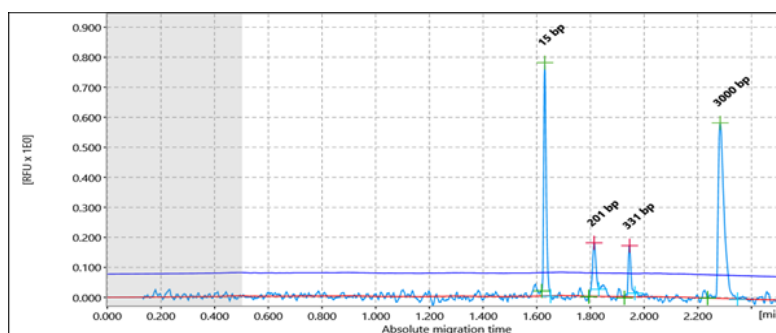


Рисунок 1 – Микросателлитный профиль регенеранта № 74p2 в локусе *BoIAB20TR* (пики (красный цвет) соответствуют выявленным аллелям с указанием их размера)

Гарантированно гаметное происхождение имели только регенеранты, имеющие гомозиготное состояние в указанном ДНК-локусе при условии, что их

доноры демонстрировали в нем гетерозиготность. Из рисунка 1 очевидно, что растение-регенерант № 74р2, полученное от донора № 74, оказалось гетерозиготным в микросателлитном локусе *BoIAB20TR*, что было бы невозможным в случае гаметного происхождения данного растения. Следовательно, данный регенерант соматического происхождения из клеток стенки пыльника. Он был выбракован.

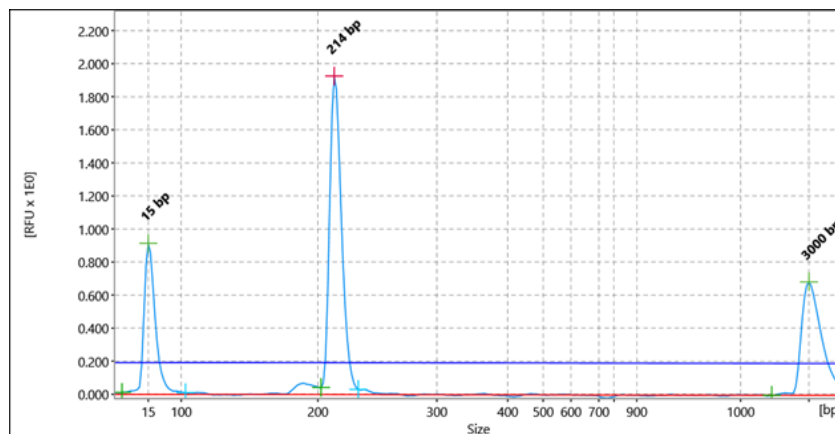


Рисунок 2 – Микросателлитный профиль регенеранта № 115/1 р3 (донор № 115/1) в локусе VN83B 1 (пик отмечен красным цветом и соответствует выявленной аллели с указанием ее размера)

На рисунке 2 микросателлитный профиль в локусе VN83B1 регенеранта № 115/1р3 (донор № 115). Данное растение в данном локусе гомозиготно, при том, что растение-донор в этом локусе было гетерозиготно. Следовательно, регенерант имеет гаметное происхождение непосредственно из микроспоры. Растения-регенеранты, имеющие по данным ДНК-анализа гаметное происхождение, высаживали в теплицу для оценки морфотипа грунт-контролем. Оценено аллельное состояние микросателлитного локуса *BoIAB20TR* у 65 регенерантов.

Таким образом, данные ДНК исследований полностью подтвердили цитологические (косвенные) методы определения пloidности андрогенных регенерантов капусты белокочанной.

Литература

1. Forster B. P., Thomas W. T. B. Doubled haploids in genetics and plant breeding // *Plant Breed Rev.* 2005. Vol. 25. P. 57–88.
2. Ferrie A. M. R., Caswell K. L. Isolated microspore culture techniques and recent progress for haploid and doubled haploid plant production // *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 2011. Vol. 104. P. 301. DOI:10.1007/s11240-010-9800-y.
3. Электронный ресурс «Брассика». Режим доступа: <http://www.brassica.info> (дата обращения 30.04.2020).

UDC 57.085.23; 577.2

Savenko E. G., Mukhina Zh. M., Glazyrina V. A., Shundrina L. A.

Control of gamete origin of white cabbage regenerants in anther culture *in vitro*

Summary. The complex use of indirect methods (counting chloroplasts in stomatal cells, as well as direct counting of chromosomes in preparations of root meristems) in combination with DNA methods makes it possible to identify ploidy of plants obtained from white cabbage anthers and to rank them on haploids / doubled haploids and diploid ones already on test tube level.

Keywords: *in vitro*, regenerant, DH haploidy, molecular marking.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-95

УДК (58.01+58.085): 581.3

Семёнова Елена Федоровна, Ведерникова Кристина Викторовна, Щетнёва Екатерина Юрьевна

Культура *in vitro* семян нонеи тёмно-бурой *Nonea pulla* DC.

Медицинская академия имени С.И. Георгиевского
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
e-mail: sef1957@mail.ru, krispharm@mail.ru

В современной науке развивается ряд перспективных направлений, которые направлены на создание и сохранение биоразнообразия, а также интенсификации интродукционного процесса. Это связано с широким и комплексным использованием таких общебиологических явлений и разработанных на их основе принципиально новых методов лекарственных фитотехнологий как культура изолированных органов и др. [1, 2]. Культивирование в контролируемых условиях семян нонеи темно-бурой позволяет разработать современные способы получения сеянцев этого многолетнего перспективного лекарственного растения флоры Крыма. В связи с этим, для увеличения выхода растений из семян нонеи темно-бурой и ускорения интродукционного процесса необходимо было выявить возможности использования культуры *in vitro*. Для отработки основных приемов применительно к нонее были проведены предварительные эксперименты на материале, полученном от свободного опыления дикорастущих форм, произрастающих в степной и предгорной частях Крымского полуострова. Для стерилизации использовали влажную камеру с 80-96° этиловым спиртом, варьируя экспозицию от 5 до 100 секунд [3]. На мостиках из фильтровальной бумаги культивировали целые семена в модифицированной нами жидкой среде для фитообъектов [4]. Питательная среда содержала макросоли: фосфорнокислый калий, азотнокислый натрий, сернокислый магний, динатриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты и микроэлементы: гидратированные соли сернокислого марганца, сернокислого цинка, сернокислой меди, борную кислоту. Было отмечено, что спустя одну неделю (или даже один месяц) после посадки на искусственную питательную среду начинала развиваться бактериальная и (или) грибная инфекция [5]. Этот факт свидетельствует о глубоком поражении плодов и семян в период их созревания, так как поверхностная стерилизация полностью не освободила экспланты от посторонней микрофлоры. Микробиологический анализ выявил присутствие представителя эпифитной микробиоты *Pantoea agglomerans* (*Erwinia herbicola*) – антагониста возбудителей мягкой гнили; представителей фитопатогенной микробиоты: возбудителей хронических многолетних инфекций - факультативных паразитов (полусапрофитов): *Alternaria sp.*, *Bipolaris sp.*, *Rhizopus sp.*, возбудителя серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. Проведенные опыты подтвердили низкую всхожесть семян (5-9 %). При их культивировании наблюдали начальные этапы прорастания: набухание, разрыв околоплодника и семенной кожуры, выход зародыша с семядолями из покровов, раскрытие семядолей, но дальнейшее развитие в ряде случаев не происходило. Однако в 60 % случаев сформировались нормальные проростки. Причем было показано, что семена приобретают способность прорасти без предварительной холодной стратификации. Для последующего развития растений требуется питательная среда относительно несложного состава. Изучение роста и развития изолированных семян нонеи позволило проследить этапы формирования проростков: расхождение семядолей и приобретение ими зелёного цвета, удлинение главного корня, появление первого листа. В условиях *in vitro* максимального развития они достигали в течение 1,0-1,5 месяцев при 26±2 °С и освещенности 2000-3000 люкс с 16-ти часовым фотопериодом. В процессе

культивирования наблюдали отклонения от нормального их формирования: отрицательный геотропизм, недоразвитие корневой системы, образование более мелких и светлых настоящих листочков. Некоторые проростки имели розеточный тип развития, растянутость сроков своего формирования, деформацию рассечения листьев и другие аномалии. Установленная в ходе эксперимента изменчивость эксплантов по способности формировать нормальные проростки, вероятнее всего, определяется состоянием зародышей в семенах к моменту эксплантации и (или) генотипическими особенностями, а также эколого-географическим происхождением донорных растений. Вероятнее всего, в процессе формирования значительной части семян *in vivo* происходит остановка в развитии или дегенерация зародыша и эндосперма, обусловленные генетическими и физиологическими причинами. Проведенные опыты с использованием культуры семян позволяют сделать заключение о возможном влиянии нескольких групп факторов, обуславливающих низкую всхожесть семян нонеи темно-бурой: во-первых, остановка зародышей на ранних стадиях эмбриогенеза; во-вторых, нахождение семян в физиологическом покое; в-третьих, гибель зародышей вследствие поражения вредителями и болезнями различной природы. Последнее сказывается и на жизнеспособности проростка и, в конечном счете, на невысоком выходе сеянцев.

Литература

1. Семенова Е. Ф. Биотехнологические аспекты поисковых исследований и фармразработок инновационных фито-, микро-, бакпрепаратов // Материалы региональной конференции «Исследования и инновационные разработки в сфере медицины и фармакологии». Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. С. 194–198.
2. Калашникова Е. А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2020. 333 с.
3. Семенова Е. Ф., Мельников В. Л., Преснякова Е. В., Жукова Н. Г., Осадча Г. А., Фадеева Т. М., Вилкова И. А., Морозкина Н. А., Митрофанова Н. Н., Правосудова Н. А., Митина Е. Е. Микробиологические исследования семян и плодов некоторых лекарственных культур // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Серия «Медицинские науки», 2008. № 2. С. 26–37.
4. Ходунова О. С., Силантьева Л. А. Влияние различных способов обработки на микробиологические показатели пророщенных семян овса // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2017. № 1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-razlichnyh-sposobov-obrabotki-na-mikrobiologicheskie-pokazateli-proroschennyh-semyan-ovsa> (дата обращения 26.05.2020).
5. Назаренко Л. В., Долгих Ю. И., Загоскина Н. В., Ралдугина Г. Н. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2020. 161 с.

UDC (58.01+58.085): 581.3

Semenova E. F., Vedernikova K. V., Schetneva E. Yu.

***In vitro* culture of *Nonea pulla* DC. seeds.**

Summary. *Nonea pulla* DC. is a promising perennial medicinal plant growing in the Crimea. Controlled *in vitro* cultivation of nonea seeds allows improving the up-to-date techniques of seedlings preparation. The conducted experiments confirmed the low germinating capacity of seeds (5–9 %). To increase this parameter and to speed up the introduction process, we investigated the *Nonea pulla in vitro* culture. The initial phases of germination were expectedly observed during seeds cultivation. The seed swelling, rupture of pericarp and seed hull, release of germ with cotyledons, dehiscence of cotyledons were detected. Moreover, in some cases, no subsequent development was observed. However, normal germs formed in 60% of cases. Seeds also sprouted without the prior cold stratification. For the following growth, plants required a relatively simple culture medium. The maximum development conditions were reached after 1.0–1.5 months of *in vitro* cultivation (26±2 °C, illuminance of 2000–3000 lux, 16-hour photoperiod).

Keywords: introduction, medicinal plant, seed culture, *in vitro*, *Nonea pulla* DC.

УДК 57.085

Табачкая Татьяна Михайловна¹, Аминова Елена Юрьевна¹, Машкина Ольга Сергеевна^{1,2}

**Биотехнологическая оценка коллекционного материала березы и тополя
в условиях солевого стресса в культуре *in vitro***

¹ФГБУ «Всероссийский НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии»;

²ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

e-mail: mashkinaos@mail.ru

Моделирование стресса в культуре *in vitro* – одно из перспективных направлений селекции растений на устойчивость к негативным факторам среды (засухе, засолению почв и др.). Это подтверждают примеры получения стрессоустойчивых растений сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур на основе биотехнологического подхода [1, 2]. Разработка селективных систем *in vitro* для лесных древесных растений в настоящее время носит поисковый характер [3].

Ранее нами разработана биотест-система на основе каллусных культур *in vitro* для отбора засухоустойчивых форм сосны обыкновенной [4]. Это послужило основой к проведению работ по тканевой селекции лиственных древесных растений. Выбор березы и тополя определен их большим генетическим разнообразием, представленным разными микроклонами в коллекции долгосрочного хранения ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» [5].

Цель данной работы – изучение ответной реакции березы и тополя на засоление NaCl в культуре *in vitro* для разработки селективных систем отбора устойчивых клонов. Засоление питательных сред NaCl позволяет моделировать как солевой, так и осмотический стресс.

Материалом для исследований служили микрорастения 16 клонов березы (*Betula pendula* L.; *B. Pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti; *B. Pendula* f. *'dalecarlica'* (L.f.) Schneid.; *B. pubescens* Ehrh.) и тополя (*Populus* × *canescens* Sm.; *P. alba* L.) из коллекции длительного хранения. Экспланты – микрочеренки коллекционных микрорастений. Питательные среды для березы – ½ MS, для тополя – ½ WPM. Провокационный фон создавали добавлением в среду морской соли (NaCl, 99 %) в концентрациях 0,2–1,0 %. Режим культивирования: температура 25±2 °С, фотопериод – 16 ч, освещенность – 2,0 клк. Степень устойчивости культур определяли по их росту, сохранности (жизнеспособности), изменению морфологических признаков.

Экспериментально показано, что уже при кратковременном (20 суток) щадящем (0,2 %) режиме солевого стресса у березы проявились яркие межклоновые различия по признаку сохранности (10–90 % против 80–100 % в контроле). Это позволило провести первоначальный отбор жизнеспособных клонов, а также испытать три способа селективного воздействия NaCl, которые чаще используют в культуре *in vitro* [6]. Мягкий – с постоянным воздействием низкой концентрации соли (0,2 %) в течение трех месяцев. Ступенчатый – с поэтапным увеличением концентрации осмотика от 0,2 % до 1,0 %. Жесткий – с использованием сублетальной (1,0 %) концентрации NaCl в качестве исходной. В последних двух случаях цикл культивирования составил 50 суток (20 суток – солевое воздействие, 30 суток – на среде без NaCl).

Из таблицы видно, что в условиях мягкого и ступенчатого воздействия NaCl при общем негативном влиянии стрессового фактора (торможение роста, снижение жизнеспособности эксплантов), отмечается заметное варьирование сохранности культур березы в зависимости от их клоновой принадлежности. Это позволяет дифференцировать клоны по степени устойчивости к заданному стрессу. Максимальная степень поражения отмечена в случае жесткого воздействия NaCl. Жизнеспособность культур в среднем была в 10 раз ниже по сравнению с контролем. Единичные сохранившиеся образцы имели более мелкие листья и недоразвитые черенки, сближенные междуузлия, характеризовались выраженным хлорозом. Таким

образом, мягкий и ступенчатый способы селективного воздействия являются наиболее информативными для селекции березы *in vitro*, обеспечивают четкую дифференциацию клонов при сохранении регенерационной способности образцов.

Таблица – Сохранность культур (%) отдельных клонов березы в зависимости от способа селективного воздействия NaCl в культуре *in vitro*

Клон	Контроль (без NaCl)	Способ селективного воздействия NaCl		
		жесткий	ступенчатый	мягкий
2 пш	80,0	6,6	17,8	20,0
3 пш	90,5	13,3	60,0	45,3
6 пш	90,0	18,2	62,5	43,7
18к	90,3	0	22,9	16,0
Ап	81,1	0	10,0	9,1
R2	84,6	10,0	13,2	20,8
Среднее	86,1 ± 1,1	8,0 ± 1,6*	31,6 ± 5,3*	25,8 ± 3,3*

Примечание. Различия с контролем существенны при * $p < 0,001$. Клоны: 2 пш, 3 пш, 6 пш – береза пушистая, 18к, Ап – береза карельская, R2 – береза далекарлийская.

Для испытанных клонов тополя лучшие результаты получены при жестком способе воздействия (1 % NaCl). При резком снижении роста (0,7±0,1 см против 3,8±0,4 см в контроле) сохранность культур варьировала от 7,8±5,9 % до 40,0±5,3 % против 92,3±4,7 % в контроле. Это позволило выделить относительно устойчивые клоны, показавшие идентичные результаты при повторном сублетальном воздействии стрессового фактора. Тенденция дифференциации клонов березы и тополя по биотехнологическим показателям сохраняется при изменении параметров солевого стресса (продолжительность, интенсивность и последовательность). Биотестирование коллекционного материала при различных способах селекции *in vitro* позволило выделить наиболее устойчивые к солевому стрессу клоны березы и тополя в условиях *in vitro*.

Литература

1. Егорова Н. А. Разработка методических основ клеточной селекции лаванды *in vitro* на устойчивость к NaCl // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2011. Вып. 5. С. 173–179.
2. Тихонова И. Г. Создание устойчивых к вирусам форм вишни методами биотехнологии // Генетические основы эволюции и селекции: сборник научных трудов. 2002. С. 94–96.
3. Шмаков В. Н. Изучение меж- и внутривидовых различий по устойчивости и действию фтора у сибирских лиственниц методом культуры *in vitro*. Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. Иркутск: Сибирский институт физиологии и биохимии растений, 2004. 23 с.
4. Аминева Е. Ю., Табацкая Т. М., Машкина О. С., Попов В. Н. Оценка засухоустойчивости отдельных генотипов *Pinus sylvestris* L. на основе метода культуры ткани *in vitro* в моделируемых стрессовых условиях // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2017. № 1. С. 14–22.
5. Табацкая Т. М., Машкина О. С. Опыт длительного хранения коллекции ценных генотипов березы с использованием безгормональных питательных сред // Лесоведение. 2020. № 2. С. 147–161.
6. Терлецкая Л. В. Неспецифические реакции зерновых злаков на абиотические стрессы *in vivo* и *in vitro*. Алматы, 2012. 206 с.

UDC 57.085

Tabatskaya T. M., Amineva E. Yu., Mashkina O. S.

Biotechnological assessment of the birch and poplar collection material in salt stress *in vitro* culture

Summary. A biotechnological assessment (growth, viability, preservation of regeneration potentials) of 16 clones of different birch and poplar species, hybrids and polyploids under saline NaCl conditions *in vitro* culture was carried out. Three methods of selective exposure to the stressor were tested: chronic (0.2 % NaCl), stair-step (staged increase in the NaCl content in the nutrient medium from 0.2 % to 1.0 %) and hard (1.0 % NaCl). An algorithm for the formation of a selective *in vitro* system for differentiation and selection of birch and poplar resistant clones under conditions of artificial salinization is proposed.

Keywords: birch, poplar, *in vitro* breeding, salt stress, selective system.

Тимьян – многолетнее растение семейства Яснотковые, обладающее противовоспалительным, спазмолитическим, обезболивающим и антисептическим свойствами [1]. Препараты из растительного сырья применяют при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, они улучшают пищеварение, устраняют вздутие живота. Кроме того, тимьян способен оказывать отхаркивающее и бронхорасширяющее действие, поэтому его используют при лечении бронхита и ангины [2]. В ФГБУН «НИИСХ Крыма» проводят селекционную работу по получению новых сортов тимьяна, в процессе которой необходимо быстро размножить перспективные образцы, обладающие комплексом полезных признаков. Цель исследования – изучение влияния условий культивирования (типа пробки и культурального сосуда) и состава питательной среды на морфогенез эксплантов на первом-втором этапах клонального микроразмножения тимьяна крымского.

Материалом для исследований служили ткани и органы растений тимьяна крымского (*Thymus tauricus* Klokov et Des.-Shost.) из коллекции ФГБУН «НИИСХ Крыма». В работе использовали общепринятые методы культуры органов и тканей растений. В изолированную культуру вводили верхушки побегов и сегменты стебля с узлом (8–10 мм). Экспланты культивировали при 24–26 °С, относительной влажности воздуха 70 % и освещенности 2–3 тысячи люкс с фотопериодом 16 часов.

При введении в асептическую культуру экспланты помещали на питательные среды в пробирки, закрытые ватно-марлевыми пробками или фольгой. Установлено, что количество образовавшихся побегов на питательных средах с добавлением БАП значительно возросло при использовании фольги (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние состава питательной среды и типа пробки на развитие побегов на этапе введения в культуру *in vitro* *T. tauricus*

Состав регуляторов роста в питательной среде МС, мг/л	Количество побегов на эксплант, шт.		Длина побега, см		Частота оводненных побегов, %	
	Ф	ВМ	Ф	ВМ	Ф	ВМ
БАП – 1,0	12,9±0,5*	5,0±0,6	3,2±0,2*	1,7±0,2	31,2±4,2*	12,0±1,2
БАП – 1,0 + ГК ₃ – 1,0	21,5±1,4*	14,1±1,5	3,0±0,2*	1,6±0,1	50,4±5,2*	31,2±3,2
Кинетин – 1,0	8,1±0,6	6,1±0,7	4,5±0,3	5,0±0,3	0,0	0,0
Кинетин – 1,0 + ГК ₃ – 1,0	10,1±0,7	7,8±0,6	4,6±0,4	4,4±0,5	0,0	0,0

Примечание. ВМ – ватно-марлевая пробка; Ф – фольга; * Различия достоверны при сравнении типа пробки при $p \leq 0,05$.

Анализ влияния гормонального состава питательной среды на морфометрические показатели эксплантов показал, что использование БАП в качестве цитокинина на первом этапе способствовало образованию большего количества побегов, но с меньшей длиной по сравнению с кинетином. Однако применение БАП вызывало витрификацию побегов, что делает нежелательным его использование для микроразмножения *T. tauricus*. Аналогичные данные были получены при изучении размножения *in vitro* *T. vulgaris* [3, 4]. У *T. leucotrichus* при сравнении трех цитокининов (БАП, кинетин, ТДЗ) лучшие результаты при микроразмножении были получены при использовании 1 мг/л БАП [5]. Для множественного побегообразования *T. broussonetii* предлагалось использовать вначале среду МС с 0,5 мг/л БАП, а затем

МС с 0,4 мг/л ГК₃ [6]. В наших исследованиях добавление ГК₃ в питательную среду способствовало повышению количества побегов, но не оказало существенного влияния на длину побега.

Исследовано влияние типа культурального сосуда на морфогенетический потенциал эксплантов на 2-м этапе микроразмножения (табл. 2). При использовании стеклянных банок на средах с добавлением кинетина наблюдали тенденцию повышения коэффициента размножения (29,4-32,2) по сравнению с колбами (23,5-26,4). На питательных средах с БАП не выявлено существенного влияния культурального сосуда на коэффициент размножения. Однако при культивировании эксплантов в банках значительно увеличилось количество оводненных побегов, что крайне нежелательно при микроразмножении.

Таблица 2 – Влияние состава питательной среды и культурального сосуда на развитие побегов на 2-м этапе клонального микроразмножения *in vitro* *T. tauricus*

Состав регуляторов роста в питательной среде МС, мг/л	Коэффициент размножения		Частота оводненных побегов, %	
	банки	колбы	банки	колбы
БАП – 1,0	22,9±3,5	27,8±4,0	63,2±7,2*	40,0±4,2
БАП – 1,0 + ГК ₃ – 1,0	17,3±1,1	16,4±1,8	98,3±10,2	80,4±9,2
БАП – 1,0 + ИУК – 0,5	21,2±2,4	23,4±1,1	55,2±5,2*	34,2±4,2
Кинетин – 1,0	29,4±3,2	23,5±1,8	34,5±4,3*	0
Кинетин – 1,0 + ГК ₃ – 1,0	30,1±1,7	24,0±2,7	44,6±3,4*	0
Кинетин – 1,0 + ИУК – 0,5	32,2±2,5	26,4±2,7	39,5±3,7*	0

Примечание.* Различия достоверны при сравнении типа культурального сосуда при $p \leq 0,05$.

Анализ влияния регуляторов роста в питательной среде на втором этапе микроразмножения показал, что на средах, содержащих в качестве цитокинина кинетин, наблюдалось повышение коэффициента размножения по сравнению с БАП. Добавление в среду с кинетином ГК₃ или ИУК не оказало достоверного влияния на этот показатель.

В результате исследований выявлены эффективные приемы для оптимизации методики клонального микроразмножения *T. tauricus*. При введении в культуру *in vitro* целесообразно использовать пробирки, закрытые фольгой, и питательную среду МС с 1,0 мг/л кинетина и 1,0 мг/л ГК₃. Для получения высокого коэффициента размножения (29,4) и формирования полноценных побегов на втором этапе микроразмножения необходимо культивировать экспланты в колбах со средой МС с 1,0 мг/л кинетина.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0834-2015-0006 и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Республики Крым, грант № 18-416-910008 p_a.

Литература

1. Leal F., Taghouti M., Nunes F., Silva A., Coelho A.C., Matos M. Thymus plants: a review micropropagation, molecular and antifungal activity // Active ingredients from aromatic and medicinal plants. Chap. 7 // Ed. by Hany A. El-Shemy. Pr. Croatia: National and University Library in Zagreb, 2017. P. 107–126.
2. Kulpa D., Wesołowska A., Jadczyk P. Micropropagation and composition of essential oils in garden Thyme (*Thymus vulgaris* L.) // Not Bot Horti Agrobo. 2018. No. 46 (2). P. 525–532.
3. Тевфик А. Ш., Егорова Н. А., Загорская М. С. Особенности морфогенеза эксплантов тимьяна обыкновенного на первом этапе клонального микроразмножения // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 2(14). С. 118–127.
4. Тевфик А. Ш., Егорова Н. А. Особенности морфогенеза эксплантов тимьяна обыкновенного на первом этапе клонального микроразмножения // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 1(17). С. 93–102.
5. Becircan T., Cüce M., Yaşar A., Sökmen A. *In vitro* multiplication and essential oil accumulation of *Thymus leucotrichus* Hal. // II Symposium on EuroAsian Biodiversity. Turkey: Antalya, 2016. P. 366.
6. Nordine A., Bousta D., Meskaoui A. *In vitro* clonal propagation through direct shoot organogenesis of *Thymus broussonetii* – a vulnerable aromatic and medicinal plant species // IPRBS. 2014. Vol. 3. No. 1. P. 425–439.

UDC 633.81:57.085.2

Tevfik A. Sh., Yegorova N. A.

Peculiarities of *Thymus tauricus* Klokov et Des.-Shost. clonal micropropagation

Summary. The aim of the investigation was to study the influence of cultivation conditions and the culture medium composition on the *Thymus tauricus* Klokov et Des.-Shost explants morphogenesis at the 1st-2nd stages of clonal micropropagation. The optimal composition of culture medium at the introduction stage is the MS medium with 1.0 mg/l of kinetin and 1.0 mg/l GA₃. To obtain a high multiplication index (29.4) at the second stage of micropropagation, it is necessary to cultivate explants in flasks with MS medium supplemented with 1.0 mg/l kinetin.

Keywords: *Thymus tauricus*, clonal micropropagation, culture medium, *in vitro*.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-99

УДК 633.16:631.527.8

Шуплецова Ольга Наумовна

Получение в селективных системах *in vitro* генотипов ячменя с комплексной устойчивостью к почвенным стрессовым факторам

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»
e-mail: olga.shuplecova@mail.ru

Кислая реакция почв с большим количеством подвижного алюминия – основной фактор окружающей среды, снижающий урожайность сельскохозяйственных растений в условиях северо-востока европейской части России. Дополнительной проблемой современного аграрного производства является загрязнение почв тяжелыми металлами – от металлов биофилов (Mn²⁺) до особо токсичных ионов (Cd²⁺). Дефицит влаги в период вегетации растений усугубляет неблагоприятные последствия почвенной ионной токсичности. К почвенным стрессовым факторам среди зерновых культур наиболее чувствителен ячмень (*Hordeum vulgare* L.), потери урожая которого в неблагоприятных условиях достигают 80 % [1–5]. Эффективным способом повышения стрессоустойчивости растений является направленная селекция клеточных культур на селективных средах *in vitro* и получение соматклонов. Широкому применению клеточной селекции зерновых культур препятствует низкая регенерационная способность в селективных условиях *in vitro* и нестабильность проявления целевых признаков у растений-регенерантов [6–8]. Кроме того, возникают технические трудности при совмещении нескольких стрессовых факторов различной природы в общей селективной системе *in vitro*.

Цель исследований – разработка селективных систем *in vitro* и получение на их основе исходного селекционного материала ярового ячменя, адаптированного к неблагоприятным почвенным условиям – повышенной кислотности, токсичности алюминия и тяжелых металлов, засухе.

В ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока» разработана биотехнология создания и оценки сортов ячменя, адаптированных к неблагоприятным условиям кислых дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны РФ. Каллусную ткань ячменя индуцировали и культивировали на селективных средах со стрессовыми факторами различной природы и последующей регенерацией растений. Применяли схемы клеточной селекции, включающие одно или два последовательных воздействия селективными агентами на этапах индукции, пролиферации и морфогенеза каллусных культур. Семенное потомство регенерантных линий оценивали в вегетационных и полевых опытах.

В рамках технологии разработаны схемы отбора каллусных линий (соматклонов) ячменя на селективных средах с использованием различных комбинаций стрессовых факторов: Al³⁺ (20–40 мг/л), H⁺ (4,0–6,0 ед. рН), Cd²⁺ (10–20

мг/л), Mn^{2+} (100–250 мг/л) и осмотик (10–20 % полиэтиленгликоль). Выявлен оптимальный возраст каллусной ткани для проведения клеточной селекции: 2–3-недельный каллус на этапе пролиферации. Внесение в питательные среды абсциссовой кислоты (1,0–1,5 мг/л) или инокуляция каллуса метилотрофными бактериями *Methylobacterium sp.* оказывали фиторегуляторное и протекторное воздействие на морфогенетические процессы каллусной ткани в селективных условиях: повышалась выживаемость (в 2–5 раз) и частота регенерации исследуемых генотипов (в 1,3–7,0 раз), удлинялся период компетенции каллусной ткани (на 1–2 пассажа).

В настоящее время получено более тысячи растений-регенерантов ячменя. Выявлены регенерантные линии, более адаптированные к неблагоприятным почвенным условиям в сравнении с растениями исходных сортов и сортов-стандартов. Сорты, созданные на основе регенерантов, превосходят стандарт по урожайности, имеют высокую продуктивную кустистость (выше стандарта на 29–67,5 %) и плотный колос (выше стандарта на 4,5–6,6 %), как на благоприятных, так и кислых почвенных фонах. Их преимущество обусловлено устойчивостью к полеганию, высоким уровнем выживаемости, всхожести и средообразующей активности корневой системы.

Проведенные исследования подтвердили эффективность использования клеточной селекции в создании сортов ярового ячменя, конкурентоспособных на кислых дерново-подзолистых почвах на территории Нечерноземной зоны РФ. В настоящее время, созданные регенерантные линии рекомендованы для использования в качестве генетических источников устойчивости к неблагоприятным почвенным условиям и для обновления сортовых ресурсов ячменя.

Литература

1. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.
2. Неттевич Э. Д. Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. Москва-Немчиновка: НИИСХ ЦРНЗ, 2008. 348 с.
3. Баталова Г. А. Селекция растений в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 3. С. 20–25.
4. Титов А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В. В. Устойчивость растений к кадмию (на примере семейства злаков): учебное пособие. Институт биологии Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. 55 с.
5. Nagajyoti P. C., Lee K. D., Sreekanth T. V. M. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review // Environmental Chemistry Letters. 2010. Vol.8. No.3. P. 199–216.
6. Долгих Ю. И. Соматоклональная изменчивость растений и возможности ее практического использования (на примере кукурузы). Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М.: Институт физиологии растений имени К. А. Тимирязева, 2005. 45 с.
7. Никитина Е. Д., Хлебова Л. П., Ерещенко О. В. Разработка отдельных элементов технологии клеточной селекции яровой пшеницы на устойчивость к абиотическим стрессам // Известия Алтайского государственного университета. 2014. Т. 2. № 3. С. 50–54.
8. Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н. Генетические источники селекции ячменя (*Hordeum vulgare*) в Волго-Вятском регионе // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180. Вып.1. С. 82–88. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-82-88.

UDC 633.16:631.527.8

Shupletsova O. N.

Obtaining barley genotypes in selective *in vitro* systems with complex resistance to soil stress factors

Summary. The aim of the work was to develop selective *in vitro* systems and obtain on their basis the initial breeding material of spring barley adapted to adverse soil conditions – increased acidity, toxicity of aluminum and heavy metals, drought. In the process of research, optimal patterns for selecting callus lines on selective media using various combinations of stress factors were identified: Al^{3+} + (20–40 mg/l), H^{+} (4.0–6.0 pH units), Cd^{2+} + (10–20 mg/l), Mn^{2+} + (100–250 mg/l) and osmotic (10–20 % polyethyleneglycol). In

the proposed *in vitro* selective systems, more than a thousand regenerated plants were obtained. Varieties created on the basis of regenerants exceed the standard in yield, have high productive tillering (29.0–67.5 % higher than the standard) and dense spike (4.5–6.6 % higher than the standard). Their advantage is due to resistance to lodging, a high level of survival, germination and environment-forming activity of the root system.

Keywords: soil acidity, stress, barley, callus cultures, selective media, regenerants, competitiveness.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-100

УДК 633.81:57.085.2

Якимова Ольга Валерьевна, Егорова Наталья Алексеевна

**Влияние состава питательной среды на индукцию каллусо- и морфогенеза
Melissa officinalis L.**

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: olyyakimova@yandex.ru

В связи с возрождением эфиромасличной отрасли в Крыму в последние годы, наряду с традиционными ароматическими растениями (лаванда, роза эфиромасличная, кориандр) активно исследуют и внедряют в производство новые виды эфиромасличных и лекарственных растений, в том числе *Melissa officinalis* L. [1]. *M. officinalis* – многолетнее эфиромасличное, лекарственное и пряно-ароматическое растение, которое применяют в медицине, а также в качестве медоноса и пряности [1]. В ФГБУН «НИИСХ Крыма» проводится селекция, направленная на создание высокомасличных сортов мелиссы лекарственной. Использование биотехнологических приемов позволит повысить эффективность этого процесса.

В настоящее время для многих сельскохозяйственных и декоративных растений разработаны методы клеточной инженерии, позволяющие расширить генетическое разнообразие исходного селекционного материала. Одним из важнейших этапов подобных биотехнологий является регенерация растений из каллусных культур [2]. В литературе встречаются фрагментарные данные, касающиеся индукции непрямого морфогенеза *M. officinalis in vitro*. В связи с этим целью нашего исследования было изучение влияния сорта, гормонального состава питательной среды и типа экспланта на индукцию морфогенеза и регенерацию растений мелиссы лекарственной *in vitro*.

Исследования проводили на трех сортах *M. officinalis* (Цитронелла, Соборная, Крымчанка). В качестве эксплантов использовали сегменты листа, стебля и пазушные почки. Культивирование тканей и органов осуществляли на питательной среде Мурасиге и Скуга (МС) с добавлением 2,4-Д, НУК, БАП, кинетина и тидиазурона (ТДЗ). Экспланты выращивали при 24±2 °С, относительной влажности воздуха 70 %, освещенности 2000–3000 люкс и 16-часовым фотопериодом. В каждом варианте опыта анализировали не менее 20 эксплантов, повторность опыта трехкратная.

Ранее нами разработана методика индукции каллусогенеза *M. officinalis*. При этом максимальную частоту индукции (59,5–92,9 %) и прирост (1,47–1,86 балла) каллуса отмечали на среде МС, дополненной 1,0 мг/л 2,4-Д и 0,5 мг/л БАП [3]. При длительном культивировании каллуса на оптимальной для пассирования каллусов мелиссы питательной среде максимальный прирост массы каллуса (ростовой индекс 11,5–13,7) отмечали в 17–19 пассажах.

Ключевым этапом большинства клеточных технологий является индукция морфогенеза и регенерация растений *in vitro*. Установлено, что на 15–17-е сутки культивирования в некоторых вариантах опыта из тканей экспланта или из первичного каллуса происходило развитие почек, а затем побегов, что может свидетельствовать об индукции органогенеза.

Выявлено, что на индукцию непрямого морфогенеза оказывали влияние гормональный состав питательной среды, сорт и тип экспланта. При использовании разных эксплантов (лист, стебель, почка) формирование морфогенных очагов наблюдали только в каллусе, полученном из почек. Максимальную частоту регенерации почек и побегов из каллусных тканей у сортов Цитронелла и Крымчанка (28,0 и 20,0 % соответственно) отметили на питательной среде МС, дополненной 1,0 мг/л НУК и 0,5 мг/л БАП, а у сорта Соборная (25,5 %) – на среде с 1,0 мг/л НУК и ТДЗ (таблица).

Таблица – Влияние сорта, состава питательной среды и типа экспланта на индукцию каллусо- и морфогенеза у мелиссы лекарственной

Гормональные добавки в питательной среде МС, мг/л	Сорт	Тип экспланта	Количество жизнеспособных эксплантов, %	Частота каллусо-генеза, %	Частота непрямого морфогенеза, %
НУК – 1,0 БАП – 0,5	Цитронелла	лист	96,0±4,0	100	0
		стебель	33,3±1,8	100	0
		почка	100	84,0±7,5	28,0±1,9
	Соборная	лист	96,9±3,1	100	0
		стебель	40,0±4,1	83,3±10,2	0
		почка	86,9±7,1	80,0±9,1	20,0±0,8
	Крымчанка	лист	93,3±4,6	96,5±3,4	0
		стебель	68,0±7,5	66,7±1,6	0
		почка	89,6±5,7	64,0±6,7	24,0±1,8
НУК – 1,0 ТДЗ – 1,0	Цитронелла	лист	100	75,0±8,1	0
		стебель	72,3±6,3	62,5±5,1	0
		почка	92,0±5,5	82,6±8,1	17,4±0,7
	Соборная	лист	87,1±6,1	84,6±7,2	0
		стебель	0	0	0
		почка	62,9±5,4	82,3±9,5	25,5±1,0
	Крымчанка	лист	78,5±7,8	81,8±8,4	0
		стебель	66,7±8,7	95,2±4,7	0
		почка	46,2±3,2	58,3±1,4	8,3±0,8
2,4-Д – 1,0 БАП – 0,5	Цитронелла	лист	96,7±3,2	86,7±6,3	0
		стебель	76,9±7,2	90,0±10,0	0
		почка	90,9±6,2	90,1±6,8	10,0±1,1
	Соборная	лист	85,7±6,0	100	0
		стебель	72,4±8,4	80,0±9,1	0
		почка	65,2±7,1	93,3±6,7	13,3±1,9
	Крымчанка	лист	33,3±2,8	80,0±10,3	0
		стебель	100	90,0±6,8	0
		почка	68,8±5,3	81,8±8,4	0

В работах иранских ученых показано, что формирование побегов из каллусов (полученных из гипокотилей) у мелиссы, в отличие от наших исследований, происходило на питательной среде с 1,0 мг/л кинетина [4, 5]. Индукции прямого и непрямого морфогенеза из других типов эксплантов (меристем и сегментов листа) эти авторы не выявили.

Таким образом, подобраны питательные среды и эксплант для индукции морфогенеза из каллусных культур сортов мелиссы лекарственной. Из каллусов получены растения-регенеранты, которые будут изучаться в полевых условиях для выявления ценных генотипов. Проведенные исследования являются основой для разработки методики получения соматоклональных вариантов, которые могут служить исходным материалом для селекции.

Литература

1. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В., Назаренко Н. В. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 320 с.

2. Калашникова Е. А. Клеточная инженерия: Учебное пособие. М.: РГАУ-МСХА. 2012. 318 с.
3. Якимова О. В., Егорова Н. А. Исследование влияния некоторых факторов на каллусообразование у Melissa officinalis L. в культуре *in vitro* // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о земле». 2014. Вып. 4. С. 39–45.
4. Meftahizade H., Lotfi M., Moradkhani H. Optimization of micropropagation and establishment of cell suspension culture in *Melissa officinalis* L. // African J. of Biotechnology. 2010. Vol. 9. No. 28. P. 4314–4321.
5. Meftahizade H., Moradkhani H., Naseri B. [et al.]. Improved *in vitro* culture and micropropagation of different *Melissa officinalis* L. genotypes // J. of Medicinal Plants Research. 2010. Vol. 4. No. 3. P. 240–246.

UDC 633.81:57.085.2

Yakimova O. V., Yegorova N. A.

The influence of the nutrient medium composition on the induction of calluso- and morphogenesis of *Melissa officinalis* L.

Summary. The features of the calluso- and morphogenesis induction during the cultivation of tissues and organs of *Melissa officinalis* depending on endogenous and exogenous factors were revealed. The maximum frequency of callus induction (59.5–92.9 %) was noted on the MS medium with 1.0 mg/l 2.4-D and 0.5 mg/l BAP. The induction of morphogenesis from callus was influenced by the composition of the culture medium, the explant type and cultivar. The maximum frequency of morphogenesis induction (20.0–28.0 % depending on the cultivar) from callus was noted on MS culture medium supplemented with 1.0 mg/L NAA and 0.5 mg/L BAP or 1.0 mg/L NAA and 0.5 mg L TDZ.

Keywords: *Melissa officinalis* L. callusogenesis, morphogenesis *in vitro*.

Сельскохозяйственная микробиология

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-101

УДК 579.64:633.85.004

Алексеевко Ольга Петровна

Влияние бактериализации семян на структуру микробоценоза ризосферы чернозема южного при выращивании *Linum usitatissimum* L.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: olya.alekseenko1975@gmail.com.

Лен масличный (*Linum usitatissimum* L.) – ценная сельскохозяйственная культура, которая имеет многоцелевое назначение, не требовательна к условиям возделывания [1]. В последнее время во всем мире возрос интерес к этой культуре благодаря использованию льняного масла в лечебных целях [2]. В связи с широким использованием льна масличного в пищевой промышленности и медицине, актуальным вопросом является разработка биотехнологии выращивания и получение экологически безопасной продукции этой культуры.

Цель наших исследований была направлена на изучение структуры микробоценоза в ризосфере *L. usitatissimum* под влиянием бактериализации семян полифункциональными цианобактериальными формами. Полевые исследования проводили в отделении полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма» в течение 2017–2018 гг. на черноземе южном с содержанием гумуса – 2 %, фосфора – 6 мг/100 г почвы, калия – 40 мг/100 г почвы, кислотностью почвы ближе к нейтральной – рН ~7,0.

В эксперименте применяли предпосевную бактериализацию семян полифункциональными препаратами. Для обработки использовали микроорганизмы из коллекции отдела сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма»: штамм *Nostoc linckia* 144 – фототрофная азотфиксирующая цианобактерия, обладающая фосфатмобилизирующими и ростостимулирующими свойствами, ее препаративные формы, комплекс микробных препаратов (КМП) и микробный препарат «Диазофит». Цианобактерии выращивали на рекомендованной среде [3]. Экспериментальные образцы препаративных форм готовили с учетом рекомендаций Панкратовой Е. М. с соавторами [4] и на основе разработанной оригинальной авторской среды для культивирования цианобактерий. Гомогенат получали путем перемешивания дисперсных систем с жидкой средой быстро вращающимся ротором гомогенизатора. В качестве контрольного варианта для обработки семян использовали воду.

Отборы почвенных образцов для анализа численности ризосферной микрофлоры и ферментативной активности проводили по общепринятым методикам в фазы: елочки, цветения и созревания [5, 6]. Полученные результаты анализировали с использованием компьютерной программы Excel и Statistica 7,0.

В результате проведенных исследований установлено, что количество аминотрофов увеличивалось в 1,4 раза (645,0 млн КОЕ/г а.с.п.) в 2017 г. в начале вегетации растений и в 3,3 раза (462,5 млн КОЕ/г а.с.п.) в 2018 г. в фазу созревания растений в варианте под воздействием бактериализации семян штаммом *Nostoc linckia* 144, относительно контрольного варианта (440,0 и 138,6 млн КОЕ/г а.с.п.). Численность амонификаторов увеличивалась в два раза (86,2 млн КОЕ/г а.с.п.) под действием бактериализации «Диазофитом» и количество азотфиксаторов в 1,4 раза (92,3 млн КОЕ/г а.с.п.) под действием инокуляции семян штаммом *Nostoc linckia* 144 в начале вегетации растений в 2017 г. Инокуляция КМП позволила увеличить на 16,7 (94,2 млн КОЕ/г а.с.п.) численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов в 2018 г. в фазе созревания растений. Количество целлюлозоразлагающих

микроорганизмов в 2017 г. увеличивалось в 1,4 раза (1136,7 тыс. КОЕ/г а.с.п) в конце вегетации растений в варианте с инокуляцией семян гомогенатом на основе штамма *Nostoc linckia* 144 в сравнении с контрольным вариантом (787,5 тыс. КОЕ/г а.с.п). Численность микромицетов увеличивалась в три раза (117,8 тыс. КОЕ/г а.с.п) под влиянием бактериализации штаммом *Nostoc linckia* 144 в 2018 г. в начале вегетации растений льна.

Исходя из этого, в полевых исследованиях 2017–2018 гг. установлено существенное влияние штамма *Nostoc linckia* 144 и его гомогената на структуру микробоценоза в ризосфере растений *Linum usitatissimum* L. в период его вегетации.

Литература

1. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца: Методические рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 68 с.
2. Пономарева М. Л., Краснова Д. А. Селекционно-генетические аспекты изучения льна масличного в условиях Республики Татарстан. Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2010. 144 с.
3. Темралеева А. Д., Дронова С. А., Москаленко С. В., Дидович С. В. Современные методы выделения, очистки и культивирования почвенных цианобактерий // Микробиология. 2016. Т. 85. № 4. С. 369–380.
4. Панкратова Е. М., Зяблых Р. Ю., Калинин А. А., Трефилова Л.В. Конструирование микробных культур на основе синезеленой водоросли *Nostoc paludosum* Kütz // Альгология. 2004. Т. 14. № 4. С. 445–458.
5. Експериментальна ґрунтова мікробіологія // За ред. Волкогона В. В. Київ: Аграрна наука, 2010. 464 с.
6. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних і агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.

UDC 579.64:633.85.004

Alekseenko O. P.

Influence of seed bacterization on the structure of microbocenosis of the southern Chernozem rhizosphere when growing *Linum usitatissimum* L.

Summary. Scientific work is aimed at developing biotechnology for growing biologically safe products of *Linum usitatissimum* L. This research presents the study of the structure of microbocenosis in the rhizosphere of *Linum usitatissimum* L. under the influence of seed bacterization with new multifunctional cyanobacteria forms under conditions of southern Chernozem. In 2017, pre-sowing seed bacterization with strain *Nostoc linckia* 144 increased the number of aminotrophs by 1.4 times at the beginning of plant vegetation; in 2018 – by 3.3 times during their final stages of maturity. The number of micromycetes was tripled to the end of flax vegetation compared to control. In 2017, bacterization of seeds with a homogenate based on the strain *Nostoc linckia* 144 contributed to a 1.4-fold increase in the number of cellulose-decomposing microorganisms by the closing stages of the vegetation period.

Keywords: cyanobacteria, bacterization, microbiocenosis, *Linum usitatissimum* L.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-102

УДК 579.6+606:63

Алещенкова Зинаида Михайловна, Рыбалтовская Полина Владиславовна,
Ананьева Ирина Николаевна

Использование азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий для улучшения ростстимулирующего действия жидкого биогумуса

ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»
e-mail: aleschenkova@mbio.bas-net.by

Биогумус – продукт вермикомпостирования различных органических отходов. Вермикомпосты отличаются по агрохимическим показателям и их эффективность

зависит от соотношения микроорганизмов различных эколого-трофических групп. Технология производства жидкого биогумуса в процессе щелочной обработки позволяет не только полностью извлекать из вермигумуса все его полезные для растений компоненты, но и усиливать физиологическую активность гуминовых кислот, переводя их в водорастворимые соли (гуматы натрия, калия или аммония). Для улучшения свойств и характеристик биогумуса в него добавляют микроорганизмы, отвечающие как за преобразование органических соединений, так и за стимуляцию роста и развития растений.

Цель – изучить влияние интродукции азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий в жидкий биогумус на его ростстимулирующие свойства.

Титр жизнеспособных клеток в составе жидкого биогумуса определяли методом предельных разведений и поверхностного посева бактериальной суспензии на агаризованные питательные среды: МПА, МСА, КАА, Эшби, Чапека, Виноградского, глюкозо-аспарагиновую, голодный агар [1]. Ростстимулирующее действие жидкого биогумуса на семена изучали по общепринятым методам [2].

В структуре микробоценоза жидкого биогумуса доминирует группа аммонифицирующих микроорганизмов, которая составляет 98,46 %. Другие представители основных эколого-трофических групп выявлены в небольшом количестве (0,25–0,68 %) и приблизительно в равном соотношении. Биогумус богат органическим веществом и поэтому в нем доминируют бактерии, участвующие в превращении органических форм азота. По степени обогащенности микроорганизмами (по Звягинцеву), растущими на МПА, КАА, Эшби жидкий биогумус относится к очень бедным. Обогащение жидкого биогумуса азотфиксирующими бактериями *Bacillus aryabhatai* Cp-1 и фосфатмобилизующими бактериями *Pseudomonas fluorescens* Pr-2 обеспечивает усиление его ростстимулирующих свойств. Интродукция штаммов азотфиксирующих бактерий *B. Aryabhatai* Cp-1 и фосфатмобилизующих *Ps. Fluorescens* Pr-2 в 10 % концентрации в 1 % жидкий биогумус (исходный pH – 9,5) способствует изменению pH до 7,8. Обработка семян озимой пшеницы 1 % жидким биогумусом, обогащенным бактериями *Ps. Fluorescens* Pr-2, способствует увеличению длины и сухого веса проростков на 40,0 и 80,2% соответственно; при обработке биогумусом с бактериями *B. Aryabhatai* Cp-1 – на 16,3 и 2,0 % по сравнению с контролем (1% жидким биогумусом). Применение обогащенного жидкого биогумуса для обработки семян кресс-салата обеспечивает увеличение длины и сырого веса проростков на 25,7; 20,0 и 5,0; 10,0% при обработке с псевдомонадами и бациллами соответственно.

Жидкое гуминовое удобрение, обогащенное азотфиксирующими и фосфатмобилизующими бактериями, перспективно для предпосевной обработки семян озимой пшеницы и кресс-салата.

Литература

1. Теплер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: ООО «ДРОФА», 2004. 256 с.
2. Возняковская Ю. М. Микрофлора растений и урожай. Л.: Колос, 1969. С. 14–22.

UDC 579.6+606:63

Aleschenkova Z. M., Rybaltovskaya P. V., Ananyeva I. I.

Application of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria to improve the growth-promoting effect of liquid biohumus

Summary. The goal of the work was to study the effect of introducing nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria into liquid biohumus on its growth-promoting properties. The group of ammonifying microorganisms dominates in the structure of

microbocenosis of liquid biohumus, constituting 98.46 %. The introduction of nitrogen-fixing bacterial strains *B. aryabhatai* Cp-1 and phosphate-mobilizing *Ps. Fluorescens* Pr-2 at 10 % concentration in 1 % liquid biohumus (initial pH 9.5) changes pH to 7.8. Winter wheat seed treatment with liquid biohumus enriched with *Ps. Fluorescens* Pr-2 increases length and dry weight of seedlings by 40.0 and 80.2%; with *B. aryabhatai* Cp-1 – by 16.3 and 2.0% compared to the control (1% liquid biohumus). Application of liquid biohumus enriched with pseudomonades and bacilli for the treatment of cress-lettuce seeds provides increase of length and crude weight of seedlings by 25.7 and 20.0; 5.0 and 10.0%, respectively.

Keywords: liquid biohumus, nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria, introduction.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-103

УДК 579.6+606:63

Ананьева Ирина Николаева, Алещенкова Зинаида Михайловна, Рыбалтовская Полина Владиславовна, Чиндарева Мария Александровна

Влияние способов обработки сои (*Glycine max* (L.) Merrill) на интродуцирующую способность эндофитных бактерий

ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»

e-mail: ananeva@mbio.bas-net.by

Рост потребности в полноценном растительном белке пищевой промышленности и животноводства стимулируют разработку экологически безопасных способов повышения продуктивности сои. В Беларуси для расширения посевов сои и повышения ее продуктивности на почвах с низким содержанием гумуса актуальным является применение не только клубеньковых бактерий, но также и микробных препаратов на основе эндофитных микроорганизмов, улучшающих азотное и фосфорное питание растений, стимулирующих их рост.

Цель – получить антибиотикорезистентные формы эндофитных бактерий сои и изучить их интродуцирующую способность при разных способах обработки ими растений.

Получение антибиотикорезистентных форм эндофитных бактерий осуществляли в соответствии с методикой [1]. Титр клеток интродуцированных рифампицинустойчивых эндофитных бактерий определяли в стерильных корнях, стеблях и листьях сои методом предельных разведений и поверхностного посева суспензий растительных образцов на агаризованные среды Эшби и Муромцева, содержащие рифампицин в концентрации 150 мкг/мл.

Получены устойчивые к рифампицину формы эндофитных бактерий сои *Rhizobium radiobacter* 27с и *Pseudomonas fluorescens* 11Е, сохраняющие свои хозяйственно ценные свойства. Обработка семян сои клубеньковыми *Bradyrhizobium japonicum* БИМ В-501Д и эндофитными азотфиксирующими *Rh. radiobacter* 27с, фосфатмобилизующими *Ps. fluorescens* 11Е бактериями в модельных условиях способствует накоплению азотфиксирующих бактерий в корне, стебле и листьях через 14 дней в количестве $(4,741 \pm 0,029) \times 10^7$, $(1,343 \pm 0,039) \times 10^6$, $(3,080 \pm 0,280) \times 10^4$ КОЕ/г, соответственно, а фосфатмобилизующих бактерий – $(4,015 \pm 0,222) \times 10^7$, $(2,210 \pm 0,066) \times 10^6$, $(1,344 \pm 0,056) \times 10^5$ КОЕ/г соответственно.

Опрыскивание всходов растений сои в модельных условиях привело к более высокому накоплению эндофитов. Зафиксированное через 14 дней содержание азотфиксирующих бактерий в корне, стебле и листьях составило $(1,925 \pm 0,097) \times 10^9$, $(1,828 \pm 0,033) \times 10^7$, $(8,800 \pm 0,220) \times 10^6$ КОЕ/г соответственно, а фосфатмобилизующих – $(1,421 \pm 0,039) \times 10^9$, $(3,128 \pm 0,066) \times 10^7$, $(8,140 \pm 0,242) \times 10^6$ КОЕ/г соответственно. Через

33 дня наличие азотфиксирующих и фосфатмобилизующих эндофитов при двух способах обработки различалось только в листьях. Совместная обработка семян сои клубеньковыми *Bradyrhizobium japonicum* БИМ В-501Д и фосфатмобилизующими бактериями *Ps. fluorescens* 11Е бактериями в модельных условиях обеспечивает увеличение нодулирующей способности на 50 %. При инокуляции семян сои клубеньковыми *Br. japonicum* БИМ В-501Д, азотфиксирующими *R. radiobacter* 27с и фосфатмобилизующими *Ps. fluorescens* 11Е бактериями в модельных условиях количество клубеньков возрастает на 70% по сравнению с моноинокулированным контролем, а высота растений увеличивается на 19%.

Интродуцированные бактериальные эндофиты сои активно заселяли эндосферу растений, что свидетельствует о высокой колонизирующей активности выделенных штаммов азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий.

Литература

1. Методы общей бактериологии. Т. 2. // Под ред. Герхардта Ф. М.: Мир, 1984. 472 с.

UDC 579.6+606:63

Ananyeva I. N., Aleschenkova Z. M., Rybaltovskaya P. V., Chindareva M. A.

Effect of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) treatments on the introduction capacity of endophytic bacteria

Summary. The goal of the work was to obtain antibiotic-resistant forms of endophytic *Glycine max* L. (Merrill) bacteria and to study their introduction potential affected by different seed treatment methods. Rifampicin-resistant variants of endophytic soybean bacteria *Rhizobium radiobacter* 27с and *Pseudomonas fluorescens* 11Е preserving valuable properties were derived. Soybean seed treatment with *Bradyrhizobium japonicum* BИM V-501D and endophytic nitrogen-fixing *Rh. radiobacter* 27с, phosphate-mobilizing *Ps. fluorescens* 11Е bacteria under model conditions promoted accumulation of nitrogen-fixing bacteria in the root, stem and leaves. The number of nodules rose by 70% compared with the mono-inoculated control; plant height increased by 19%.

Keywords: soybean, endophytic nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria, introduction.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-104

УДК 579.222

Баранская Марина Ивановна, Чайковская Людмила Александровна,
Клименко Нина Николаевна

Первичная оценка новых штаммов фосфатмобилизующих бактерий

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;
e-mail: baranskaya@rambler.ru

Фосфор (Р) является жизненно важным элементом. После азота он является вторым основным элементом, влияющим на рост и урожайность растений. Ортофосфатные анионы (главным образом H_2PO_4^- и HPO_4^{2-}) представляют собой форму Р, поглощаемую растениями из почвенного раствора. Однако их концентрация в почве очень низкая, поскольку эти анионы химически очень активны и быстро реагируют с катионами Ca^{2+} в щелочных почвах или Al^{3+} и Fe^{2+} в кислых почвах, образуя труднорастворимые формы, недоступные для растений. Выделение и скрининг штаммов с повышенной фосфатрастворяющей активностью является необходимым этапом исследований по интенсификации фосфорного питания растений за счет предпосевной обработки семян фосфатмобилизующими микроорганизмами [1]. Данный агроприем является одним из перспективных и экологических путей повышения фосфорного питания сельскохозяйственных растений. В отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма»

проводятся работы по селекции штаммов почвенных микроорганизмов и созданию удобрительных препаратов на их основе. В процессе исследований из чернозема южного выделен и изучен эффективный штамм *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3, который зарегистрирован в Крымской коллекции микроорганизмов (<https://niishk.ru/innovacionnye-razrabotki/kollekciya-mikroorganizmov/>). Установлено, что этот штамм является продуцентом органических кислот и фермента (щелочной фосфатазы), что способствует превращению труднорастворимых фосфатов в соединения, усвояемые растениями [2, 3]. На основе *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 создан биологический препарат для оптимизации минерального питания растений, стимуляции их роста и повышения урожайности [4].

Поисковые работы по выделению перспективных ризосферных штаммов фосфатмобилизующих бактерий продолжаются и в настоящее время. В связи с этим целью наших исследований являлась первичная оценка новых штаммов фосфатмобилизующих бактерий, выделенных из ризосферы злаковых культур.

Выделение штаммов потенциально активных штаммов фосфатмобилизующих бактерий проводили из ризосферы злаковых растений (озимая пшеница, яровой ячмень) по признаку появления зоны просветления около колоний на агаризованной глюкозо-аспарагиновой (ГА) среде с добавлением $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, согласно методическим указаниям [5]. Коэффициент удельной фосфатрастворяющей активности штаммов ($K_f = \text{радиус зоны растворения } \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 / \text{радиус колонии}$) рассчитывали по методике И. М. Малиновской [6]. Количественная оценка фосфатрастворяющей активности микроорганизмов в жидкой среде определена по общепринятой методике [5]. Культивирование микроорганизмов осуществляли в течение двух суток на качалке при 220 об./мин и температуре 28 °С. Водорастворимый фосфор в среде определяли по ПНД Ф 14.1:2:4.112-97 [7], для этого культуральную жидкость отделяли от микробных клеток центрифугированием при 6000 об./мин 15 мин. По разнице между содержанием фосфора в опытном и контрольном (не засеянном) вариантах судили о фосфатрастворяющей активности микроорганизмов.

Для исследований отобраны 28 штаммов бактерий. Каждый из них в агаризованной ГА среде образовал зону растворения $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, диаметр которой варьировал в пределах 1,5–11,0 мм. При расчете K_f установлено, что его значения соответствуют высокой фосфатрастворяющей активности выделенных штаммов: величина коэффициента K_f составила от 1,2 до 10. Наибольшая величина K_f отмечена для штамма 0613: коэффициент фосфатрастворяющей активности равен 10.

Анализ результатов исследований, полученных при количественной оценке фосфатрастворяющей активности микроорганизмов в жидкой среде, показал, что наибольшую способность к трансформации $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ в растворимую форму имели 12 штаммов: 0613, 0735, 0890, 1105, 1204, 1301, 1302, 1303, 1602, 1603, 1701, 1702. В культуральной жидкости отмеченных штаммов содержалось от 73 до 212 мг/л P_2O_5 . Максимальное содержание растворимого фосфора отмечено в культуральной жидкости штамма 1702, оно составило 212 мг/л P_2O_5 .

Итак, проведена первичная оценка новых штаммов фосфатмобилизующих бактерий, выделенных из ризосферы злаковых культур. По результатам количественной оценки фосфатрастворяющей активности бактерий выявлено, что наибольшей способностью к трансформации $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ в растворимую форму имеют 12 штаммов, которые планируется использовать в дальнейшей работе.

Литература

1. Richardson A. E., Simpson R. J. Soil microorganisms mediating phosphorus availability // *Plant Physiology*. 2011. Vol. 156. № 3. P. 989–996.
2. Чайковская Л. А. Свойства нового штамма фосфатмобилизующих бактерий // Бюлетень Інституту сільськогосподарської мікробіології. 2000. № 6. С. 57–58.
3. Чайковская Л. А., Ключенко В. В., Баранская М. И., Овсиенко О. Л. Фосфатмобилизующие бактерии в агроценозах Крыма. Монография. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 156 с.

4. Патент РФ № 2676926. Фосфатмобилизирующий штамм почвенных бактерий *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 и биопрепарат на его основе для оптимизации минерального питания растений, стимуляции их роста и повышения урожайности. 11.01.2019.

5. Методические указания по выделению микроорганизмов, растворяющих труднодоступные минеральные и органические соединения фосфора. Ленинград, 1981. 19 с.

6. Малиновская И. М. Определение фосфатрастворяющей активности микроорганизмов на жидкой и агаризованной средах // Агроэкологичний журнал. 2002. № 3. С. 68–71.

7. ПНД Ф 14.1:2:4.112-97. Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 1997. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808593.htm> (дата обращения 10.04.2020).

UDC 579.222

Baranskaya M. I., Chaikovskaya L. A., Klimenko N. N.

Primary evaluation of a new strain of phosphate-mobilizing bacteria

Summary. An initial assessment of new strains of phosphate-mobilizing bacteria isolated from the rhizosphere of cereals was carried out in the laboratory. According to the results of the quantitative evaluation of the phosphate solubilizing activity of bacteria, we found that 12 strains have the greatest ability to transform $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ into a soluble form. The highest Kr value was noted for strain 0613: the coefficient of phosphate solubilizing activity – 10. The maximum content of soluble (212 mg/l P_2O_5) phosphorus was in the culture liquid of strain 1702.

Keywords: phosphate-mobilizing bacteria, phosphorus, culture liquid.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-105

УДК 631.46:579.64:581.557:577.15

Белимов Андрей Алексеевич¹, Шапошников Александр Иванович¹, Сырова Дарья Сергеевна¹, Азарова Татьяна Степановна¹, Макарова Наталья Михайловна¹, Юзихин Олег Сергеевич^{1,2}, Сафронова Вера Игоревна¹

Воздействие микроорганизмов и тяжелых металлов на экссудацию низкомолекулярных органических соединений корнями растений

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»;

²ФГБНУ «Всероссийский институт защиты растений»

e-mail: belimov@rambler.ru

Корневые экссудаты содержат органические кислоты, сахара, аминокислоты, неорганические лиганды и другие вещества [1]. Эти вещества служат источниками углерода и энергии для почвенных микроорганизмов, изменяют физико-химические характеристики ризосферы и нейтрализуют негативные эффекты токсичных металлов [2]. Цель наших исследований – изучение влияния рост-стимулирующих ризобактерий (*Pseudomonas oryzae* и *Variovorax paradoxus*) и токсичных элементов (Al, Cd и Hg) на корневую экссудацию у различных генотипов гороха посевного (*Pisum sativum* L.). Для этого использованы методы периодических культур, гнотобиотических растительно-микробных систем, эмиссионной спектрометрии и жидкостной хроматографии. Установлено, что ризобактерии активно утилизировали выделяемые корнями органические кислоты и сахара и способствовали повышению pH и иммобилизации Al в ризосфере. Экссудация органических кислот усиливалась под действием Al, но корреляции этого параметра с устойчивостью к токсиканту не обнаружено. Изучено влияние Cd и Hg на корневую экссудацию дикого типа гороха SGE и мутанта SGEcd¹ [3]. Кадмий повысил экссудацию многих первичных органических кислот, сахаров и аминокислот и этот эффект в большей степени проявился у мутанта SGEcd¹. Стимуляция экссудации аминокислот обнаружена при обработке ртутью в большей степени у дикого типа SGE. Совместное действие Cd и Hg не приводило к дальнейшему усилению экссудации. Спектр этих органических кислот во всех вариантах опыта и реакция генотипов на токсичные металлы были сходными. Кадмий

индуцировал экссудацию бензойной кислоты только у дикого типа SGE, а ртуть способствовала экссудации бензойной кислоты у обоих генотипов. Полученные результаты указывают на различные механизмы экссудации изучаемых фракций, при этом наиболее выраженные различия наблюдаются между фракциями аминокислот или сахаров с фракциями органических кислот. Вероятно также, что экссудация органических кислот играет важную роль в пониженной устойчивости и аккумуляции ртути мутантом гороха SGECdt.

Работа поддержана грантами РФФИ (16-19-00097, 16-16-00080, 17-14-01363) и темой Госзадания №0664-2015-0009.

Литература

1. Clemens S. Molecular mechanisms of plant metal tolerance and homeostasis // *Planta*. 2001. Vol. 212. P. 475–486.
2. Dong J., Mao W. H., Zhang G. P., Wu F. B., Cai Y. Root excretion and plant tolerance to cadmium toxicity – a review // *Plant Soil and Environment*. 2007. Vol. 5. P. 193–200.
3. Koo B.-J., Chen W., Chang A. C., Albert L. A. L., Granato T. C., Dowdy R. H. A root exudates based approach to assess the long-term phytoavailability of metals in biosolids-amended soils // *Environmental Pollution*. 2010. Vol. 158. P. 2582–2588.
4. Belimov A. A., Dodd I. C., Safronova V. I., Malkov N. V., Davies W. J., Tikhonovich I. A. The cadmium tolerant pea (*Pisum sativum* L.) mutant SGECdt is more sensitive to mercury: assessing plant water relations // *Journal of Experimental Botany*. 2015. Vol. 66(8). P. 2359–2369.

UDC 631.46:579.64:581.557:577.15

Belimov A. A., Shaposhnikov A. I., Syrova D. S., Azarova T. S., Makarova N. M.,
Yuzikhin O. S., Safronova V. I.

The effect of microorganisms and heavy metals on the exudation of low molecular weight organic compounds by plant roots

Summary. The aim of our research was to study the effect of growth-promoting rhizobacteria (*Pseudomonas oryzae* and *Variovorax paradoxus*) and toxic elements (Al, Cd and Hg) on the root exudation in various pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. For this, methods of periodic cultures, gnotobiotic plant-microbial systems, ICPE and UPLC were used. It was established that rhizobacteria actively utilized organic acids and sugars secreted by the roots and contributed to an increase in pH and Al immobilization in the rhizosphere. Cadmium increased the exudation of many substances of pea line SGE, but this effect was more pronounced in the mutant SGECdt. Stimulation of the exudation of amino acids was detected during Hg treatment to a greater extent in wild-type SGE. The combined action of Cd and Hg did not lead to a further increase in exudation. The results obtained indicate various mechanisms of exudation of the studied fractions, while the most pronounced differences are observed between the fractions of amino acids or sugars with organic acids. Exudation of organic acids plays an important role in the decreased stability and accumulation of Hg by the pea mutant SGECdt.

Keywords: pea, abscisic acid, ACC deaminase, auxins, ethylene, stress, symbiosis.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-106

УДК 579.22:632.51/632.3+632.4

Берестецкий Александр Олегович¹, Дидович Светлана Витальевна², Гасич Елена Леонидовна¹

Фитотоксичность фототрофных и гетеротрофных микроорганизмов на *Ambrosia artemisiifolia* L.

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»;

²ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: sv-alex.68@mail.ru

Одним из наиболее опасных и наиболее распространенных карантинных организмов на территории России является амброзия полыннолистная, площадь

карантинной фитосанитарной зоны которой занимает 12,7 млн га в 56 субъектах РФ [1]. В связи с этим поиск микроорганизмов – агентов биологического контроля амброзии полыннолистной остается актуальным, несмотря на определенные достижения в этой области. Выявлен микогербицидный потенциал у штамма 32.85 *Stagonosporopsis heliopsisidis* (H. C. Greene) Aveskamp, Gruyter & Verkley [2], ингибирующий потенциал у штаммов фототрофных цианобактерий [3] для контроля амброзии полыннолистной.

Цель работы – изучить фитотоксичность восьми штаммов фототрофных и гетеротрофных микроорганизмов из Крымской коллекции микроорганизмов ФГБУН «НИИСХ Крыма» (<http://www.ckp-rf.ru/usu/507484/>) [4], коллекции ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (<http://www.ckp-rf.ru/usu/200616/>) [5], Альгологической коллекции ИФХиБПП РАН (<http://acssi.org>) [6].

Фитотоксичность штаммов/изолятов и их препаративных форм оценивали на отрезках листьев пятидневных растений амброзии полыннолистной в трехкратной повторности в контролируемых условиях при температуре 20 °С при переменном освещении люминесцентными лампами. Отрезки листьев раскладывали в чашки Петри на увлажненную водой фильтровальную бумагу верхней стороной вниз (устьицы вверх) и нижней вверх (устьицы вниз). В центр каждого отрезка при помощи автоматической пипетки помещали 10 мкл мицелиальной/бактериальной суспензии. Диаметр некрозов измеряли на 2–3 и 7-е сутки. Для заражения растений инокулюм наносили при помощи ручного опрыскивателя по 15 мл/сосуд. После инокуляции растения помещали во влажную камеру на 24 часа. Учет симптомов проводили на 2, 7, 14-е сутки. Определяли площадь пораженной поверхности по шестибальной шкале (0 – нет симптомов, 1 – поражено 0–5 % поверхности листа, 2 – 25 %, 3 – 26–75 %, 4 – 76–95 %, 5 > 95%, 6 – гибель листа).

Статистическая оценка при помощи консервативного апостериорного критерия Дункана позволила установить следующие фитотоксичные варианты поверхностной бактериализации отрезков листьев с расположением устьиц сверху: изоляты микромицетов 13Г1 ($p < 0,003$), 16Г4 ($p < 0,007$), гомогенат штамма 144 ($p < 0,001$) в сравнении с контролем – микотоксичным для амброзии штаммом *S. heliopsisidis* 32.85.

Проведена оценка эффективности нескольких препаративных форм на основе мицелия штамма *S. heliopsisidis* 32.85 для амброзии полыннолистной. В их состав были включены в разных комбинациях поверхностно-активные вещества, влагоудерживающие добавки и питательные вещества. Развитие симптомов на отрезках листьев и целых растениях амброзии зарегистрировано во всех вариантах через 24 часа после инокуляции. Эффективность всех испытанных композиций на 2-е сутки превысила 90 %. На 14-е сутки степень поражения снижалась за счет отрастания новых листьев (таблица).

Таблица – Эффективность композиций на основе мицелия штамма 32.85 *Stagonosporopsis heliopsisidis* для отрезков листьев и растений *Ambrosia artemisiifolia* L.

Вариант	Длина некроза для отрезков листьев, мм			Степень поражения растений, % (в опыте/в контроле)		
	на 2 сутки, X ± SE	на 3 сутки, X ± SE	на 7 сутки, X ± SE	на 2 сутки, X ± SE	на 7 сутки, X ± SE	на 14 сутки, X ± SE
1	5,5±1,0	7,0±1,2	10,5±3,5	80,7±11,0/0	76,3±10,3/0	70,6±11,3/4,9±2,5
2	7,2±0,9	9,0±2,1	15,7±4,4	99,5±0,25/0	90,4±5,4/0	76,7±9,01/7,1±3,1
3	4,3±1,4	7,0±1,5	14,7±4,8	96,1±2,8/0	91,5±5,7/0	81,7±6,9/9,4±2,8
4	6,5±0,8	6,7±0,9	7,8±1,6	88,6±6,0/0	94,4±3,9/0	89,6±6,9/16,0±3,0
5	5,2±0,3	6,2±0,6	10,5±2,6	95,3±3,6/0	90,4±3,9/0	75,7±7,0/7,0±2,8

Примечание. 1 – 0,1 % Tween 80+мицелий, 2 – 0,1 % Sylwett +мицелий, 3 – 0,1 % Tween 80+0,5 % глицерин+мицелий, 4 – 0,1 % Tween 80+1,2 % лецитин+6 % подсолнечное масло+мицелий, 5 – 0,1 % Tween 80+1,0 % кукурузный декстрин+ мицелий.

Таким образом, выявлены перспективные для биотехнологии микробных препаратов два штамма микромицетов и один штамм фототрофной цианобактерии, фитотоксичные для *Ambrosia artemisiifolia* L. на уровне значимости $p < 0,001-0,007$ согласно тесту Дункана. В контролируемых условиях при 24 ч продолжительности росяного периода эффективность препаративных форм с Tween 80, Sylwett, глицерином, растительным маслом, лецитином, кукурузным декстрином на основе мицелия штамма *Stagonosporopsis heliopsisidis* 32.85 была высокой (степень поражения растений на 2-е сутки после инокуляции превышала 90 %).

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-016-00184 «А».

Литература

1. Итоги работы отрасли растениеводства в 2017 году и задачи на 2018 год. Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gyazagro.ru/upload/medialibrary/435/prz_mcx.pdf (дата обращения 27.03.2020).
2. Гасич Е. Л., Гомжина М. М., Хлопунова Л. Б., Ганнибал Ф. Б. Первая находка *Stagonosporopsis heliopsisidis* (Pleosporales) на территории России и перспективы его применения против амброзии полыннолистной // Микология и фитопатология. 2018. № 52 (4). С. 277–290.
3. Didovich S. V., Alekseenko O. P., Pas' A. N., Didovich A. N. Phototrophic microorganisms for agricultural technology and food security // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 422 (2020) 012042. 6th International Conference on Agriproducts processing and Farming. DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012042.
4. Научно-техническая структура Российской Федерации. Крымская коллекция микроорганизмов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ckr-rf.ru/usu/507484/> (дата обращения 30.04.2020).
5. Научно-техническая структура Российской Федерации. Каталог уникальных научных установок. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ckr-rf.ru/usu/200616> (дата обращения 30.04.2020).
6. Сайт Альгологической коллекции ИФХиБПП РАН. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://acssi.org> (дата обращения 30.04.2020).

UDC 579.22:632.51/632.3+632.4

Berestetskiy A. O., Didovich S. V., Gasich E. L.

Phytotoxicity of phototrophic and heterotrophic microorganisms on *Ambrosia artemisiifolia* L.

Summary. The paper presents data on the evaluation of eight phototrophic cyanobacteria and heterotrophic microorganisms for biocontrol of the quarantine weed *Ambrosia artemisiifolia* L. We discovered three strains phytotoxic for common ragweed at significance level; $p < 0.001-0.007$ according to Duncan's test. Effectiveness of preparative forms with Tween 80, Sylwett, glycerol, vegetable oil, lecithin and corn dextrin based on the mycelium of the *Stagonosporopsis heliopsisidis* 32.85 was high (the degree of plant damage on the 2nd day after inoculation exceeded 90 %).

Keywords: *Ambrosia artemisiifolia* L., phototrophic and heterotrophic microorganisms, phytotoxicity, bioherbicide.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-107

УДК 579.64:633.11

Веселова Лариса Сергеевна¹, Мирская Галина Владимировна², Останкова Юлия Владимировна³, Кузнецова Татьяна Алексеевна¹, Пищик Вероника Николаевна^{2,4}

Поиск перспективных штаммов бактерий для создания новых биопрепаратов для повышения урожайности пшеницы

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого»;

²ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»;

³ФБУН «НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера»;

⁴ФГБНУ «ВНИИ Сельскохозяйственной микробиологии»

e-mail: larisa220051@gmail.com

Пшеница является одной из основных продовольственных культур в мире, обеспечивающая 20% энергии в рационе человечества. Урожай зерновых в Российской Федерации по данным Росстата в 2019 г. составил 120,668 млн тонн, из которых пшеницы – 74,335 миллиона тонн [1, 2].

Одной из приоритетных задач сельскохозяйственного производства является повышение урожайности зерновых культур. Для этих целей можно использовать биологические препараты, в состав которых входят бактерии, стимулирующие рост растений – PGPB (Plant Growth Promotion Bacteria). Поэтому поиск новых перспективных штаммов бактерий для создания микробиологических препаратов и разработка технологии их применения является актуальной задачей в области сельскохозяйственной микробиологии.

Цель исследования – поиск перспективных штаммов бактерий для создания новых биопрепаратов.

Объектами изучения служили мягкая яровая пшеница сорта Ленинградская 6, а также PGPB, изолированные с зерна пшеницы.

При выделении штаммов бактерий 10 г. растительного материала переносили в колбу со 100 мл дистиллированной стерильной воды. Колбу помещали на качалку для интенсивного перемешивания в течение 30 мин. Засев из смыва с зерна осуществлялся методом последовательных разведений на агаризованные среды для определения численности бактерий. Выделение чистых культур бактерий проводили на стандартных агаризованных средах: Эшби – для азотфиксирующих бактерий (20,0 г сахарозы, 0,2 г K_2HPO_4 , 0,2 г $MgSO_4$, 0,2 г NaCl, 0,2 г K_2SO_4 , 5,0 г $CaCO_3$) и среде Ворошилова-Дианова (10 г сахарозы, 1,0 г NaN_4Cl , 1,0 г K_2HPO_4 , 1,0 г KH_2PO_4 , 0,2 г $MgSO_4$, 0,02 г $CaCl_2$, 1,0 г NaCl) – для эпифитных бактерий. Анализировали 30 выделенных культур.

Энергию прорастания и всхожесть учитывали по ГОСТу 12038-84 [3] на третьи и седьмые сутки соответственно. В чашках Петри на бумажных фильтрах раскладывали семена пшеницы сорта Ленинградская 6, после чего вносили 10 мл бактериальной суспензии с титром $3,5-5,0 \times 10^5$ КОЕ/мл культуральной жидкости (к.ж.), в контрольном варианте добавляли 10 мл дистиллированной воды и проращивали при 20 °С.

Влияние бактерий на рост пшеницы проверяли рулонным методом по ГОСТу 12044-93 [4]. Семена раскладывали в одну линию с интервалом 1–2 см и на расстоянии 2–3 см от верхнего и боковых краев фильтровальной бумаги. Разложенные на бумаге семена накрывали такой же полоской увлажненной фильтровальной бумаги, поверх которой накладывали полоску полиэтилена, и сворачивали в рулон. В опытные варианты вносили 10 мл бактериальных суспензий, концентрация бактерий в которых составляла $3,5-5,0 \times 10^5$ КОЕ/мл к.ж. Учет результатов проводили на 10-е сутки.

Вегетационные опыты проводили в контролируемых условиях биополигона ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт». При культивировании растений основные параметры жизнеобеспечения были постоянными: температура – 25–26 °С днем / 20–21 °С ночью, фотопериод – 16 часов, облученность на уровне верхних листьев – $50,0 \pm 0,5$ Вт/м² ФАР. Растения выращивали в вегетационных сосудах объемом 2 л. Повторность для каждого варианта – 20-ти кратная. В качестве корнеобитаемой среды использовали дерново-подзолистую легко суглинистую почву.

В таблице 1 представлена численность культивируемой микрофлоры зерна пшеницы. Данные таблицы 2 показывают влияние бактерий на энергию всхожести и прорастание пшеницы.

Инокуляция PGPB L1 и L2 привела к увеличению массы проростков на 10,9–11,55 %. Эти бактерии отобраны для дальнейшего исследования из всех 30 изолированных культур.

Бактерии идентифицированы методом 16S рНК секвенирования и отнесены к родам *Bacillus* (L1) и *Panaebacillus* (L2). Результаты выращивания пшеницы рулонным методом представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Численность эпифитных и азотфиксирующих бактерий на зерне пшеницы сорта Ленинградская 6

Показатель	Среда Эшби	Среда Ворошилова-Дианова
КОЕ в 1 мл к.ж.	56330,3 ± 1110,5	102160,7 ± 10196,7
КОЕ на 1 г. зерна	6866,0 ± 837,3	12500,0 ± 1876,1

Таблица 2 – Влияние PGPB на всхожесть и развитие проростков пшеницы

Образец	Всхожесть, %	Длина ростков, мм	Длина корней, мм	Вес растения, мг
Контроль	96±4	64,02 ± 0,05	82,97 ± 0,08	165,17 ± 0,41
<i>Bacillus sp.</i> L1	98±2	67,10 ± 0,11	84,05 ± 0,36	184,17 ± 0,58
<i>Panaebacillus sp.</i> L2	98±2	67,20 ± 0,05	83,31 ± 0,58	183,33 ± 0,93
L3 (n=28)	94±3	64,68 ± 0,08	79,95 ± 0,48	156,53 ± 0,46

Таблица 3 – Влияние PGPB на рост растений пшеницы

Показатель	Контроль	<i>Bacillus sp.</i> L1	<i>Panaebacillus sp.</i> L2
Длина листьев, мм	218,70 ± 5,47	260,00 ± 4,88	257,50 ± 4,97
Масса листьев, мг	228,00 ± 14,34	293,30 ± 14,60	294,70 ± 13,41
Длина корней, мм	83,00 ± 4,14	141,30 ± 7,29	115,00 ± 6,23
Масса корней, мг	122,70 ± 12,32	143,00 ± 14,26	156,70 ± 13,07
Масса растения, мг	350,70 ± 23,41	436,30 ± 25,17	451,30 ± 17,85

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что инокуляция бактериями *Bacillus sp.* L1 на 10-й день эксперимента привела к увеличению длины корней растений на 70%, массы корней на 17%. При инокуляции бактериями *Panaebacillus sp.* L2 увеличилась длина корней пшеницы на 39%, а их масса на 27 %. Данные вегетационных опытов по выращиванию пшеницы сорта Ленинградская 6 в контролируемых условиях показали прибавку урожайности пшеницы на 15,6 % при инокуляции цитокинин-продуцирующими бактериями *Bacillus sp.* L1, и на 31,2% при инокуляции азотфиксирующими бактериями *Panaebacillus sp.* L2.

Предварительные результаты вегетационных экспериментов свидетельствуют о перспективе использования *Bacillus sp.* L1 и *Panaebacillus sp.* L2 для повышения урожайности пшеницы.

Работа выполнена частично по Госзаданию Агрофизического научно-исследовательского института № 0667-2019-00013.

Литература

1. Росстат повысил оценку урожая зерна в 2019 г. Риановости. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/20191224/1562779676.html> (дата обращения: 10.03.2020)
2. Braun H. J., Atlin G., Payne T. Climate change and crop production. London, 2010. P. 115–138.
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой). М.: Стандартинформ, 2011. 65 с.
4. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандартинформ, 2011. 57 с.

UDC 579.64:633.11

Veselova L. S., Mirskaya G. V., Ostankova Yu. V., Kuznetsova T. A., Pishchik V. N.

Search for promising bacterial strains to create new biological preparations for increasing wheat yield

Summary. The aim of this study is to search for promising strains of bacteria to create new biological products. New bacteria were isolated from wheat grains and identified by 16 S rRNA sequencing as *Bacillus sp.* L1 and *Panaebacillus sp.* L2. The cytokinin-producing bacteria *Bacillus sp.* L1 increased the length of the roots of plants by 70 %, the mass of roots by 17 %. N-fixing *Panaebacillus sp.* L2 increased the root length by 39 % and the mass by 27 %. The results of vegetation experiments on growing wheat of the 'Leningradskaya 6' variety under controlled conditions showed an increase in wheat productivity by 15.6 % when inoculated with *Bacillus sp.* L1 and by 31.2 % when inoculated

with *Panaebacillus sp. L2*. Preliminary results of vegetative experiments indicate that *Bacillus sp. L1* and *Panaebacillus sp. L2* can be used as an active components of biological products to increase wheat productivity.

Keywords: plant growth promotion bacteria, *Bacillus sp. L1*, *Panaebacillus sp. L2*, wheat yield, regulated conditions, biological preparations.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-108

УДК 631.461:633.1:579.26

Еговцева Анна Юрьевна, Мельничук Татьяна Николаевна

Направленность микробиологических процессов в ризосфере *Triticum aestivum L.* в условиях бактеризации семян комплексом микробных препаратов

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: eau82@mail.ru

Технологии возделывания и применение микробных препаратов оказывают широкое воздействие на почвенный биоценоз. Ресурсосберегающую технологию no-till все чаще используют производители пшеницы для уменьшения эрозии почвы и снижения затрат топлива и труда [1]. Определение численности и биологической активности различных групп микроорганизмов, участвующих в трансформации органического вещества почвы, является важным этапом в комплексной оценке состояния почв [2].

Микробное сообщество почвы и ризосферы поддерживает два противоположных процесса: минерализацию органического вещества с высвобождением различных форм элементов питания и напротив – накопление гумуса, который составляет основу органического вещества почвы. Следовательно, для сохранения положительного баланса питательных элементов и гумуса необходимы два условия: достаточное количество органики и активное течение микробиологических процессов. В связи с этим, целью наших исследований было изучить влияние предпосевной бактеризации комплексом микробных препаратов (КМП) в условиях различных систем земледелия на биологическую активность ризосферы *Triticum aestivum L.* чернозема южного в условиях степи Крыма.

Для анализа проводили отбор почвы ризосферы в фазу колошения растений пшеницы озимой. Определяли количество колониеобразующих единиц (КОЕ) микроорганизмов основных эколого-трофических групп, используя общепринятые методы в микробиологии, путем посева почвенной суспензии на селективные питательные среды, рассчитывали коэффициенты олиготрофности, педотрофности, олигонитрофильности и минерализации [3].

За три года исследований показана возможность интенсификации и нормализации микробиологического статуса ризосферы пшеницы озимой с помощью ресурсосберегающих технологий. Замечено влияние засушливых погодных условий 2018 г. на состояние микробиоценоза ризосферы, уровень минерализационных процессов значительно превышает показатель благоприятных по погодным условиям лет. Коэффициент минерализации выше 1 (при no-till – 2,1, при традиционной системе земледелия – 1,8), что свидетельствует об усилении активности почвенной микрофлоры, направленной на минерализацию соединений азота и деструкцию органического вещества. Но в результате применения полифункциональных биопрепаратов при обеих системах земледелия этот показатель снижался до оптимального уровня (при no-till – 1,2, при традиционной системе земледелия – 1,1) (рисунок).

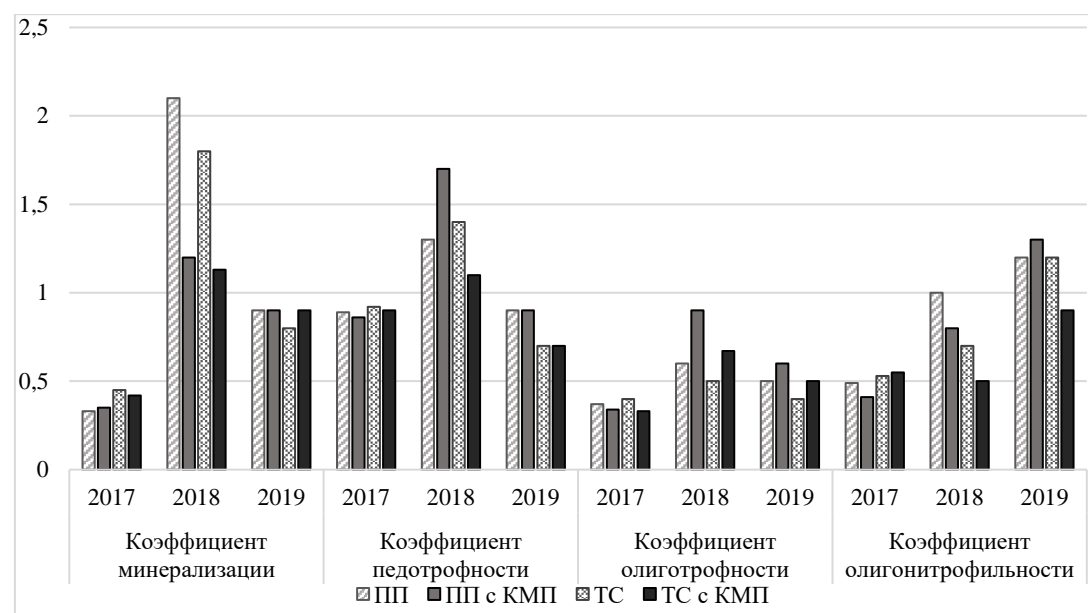


Рисунок – Влияние систем земледелия и комплекса микробных препаратов на направленность минерализационных процессов в ризосфере пшеницы озимой (полевой опыт, 2017–2019 гг.)

Олиготрофные микроорганизмы (олиготрофы, олигонитрофилы, педотрофы) завершают процесс минерализации органических веществ растительных остатков, участвуют в деструкции труднорастворимых гуминовых соединений почв и от того, насколько они эффективно работают, зависит биологический цикл минеральных веществ и определяется специфика почвообразовательного процесса. Наблюдалось повышение индекса олиготрофности в условиях 2018 и 2019 гг. в результате применения КМП при обеих системах земледелия, что может свидетельствовать о замедлении процессов деструкции органического вещества и о переходе изучаемого биоценоза в более устойчивое состояние. Коэффициент олигонитрофильности снизился в результате применения КМП при традиционной системе до 0,9 при показателе в контроле 1,2 в условиях 2019 г. Коэффициент педотрофности в условиях 2018 г. в результате применения биопрепаратов при no-till возрос до 1,7 (без инокуляции – 1,3). В условиях 2019 г. данный показатель был выше при применении no-till технологии и составлял 0,9, при значении в контроле – 0,7. Считается, что чем выше коэффициент педотрофности, тем более биогеоценоз приближен к естественным ценозам изучаемой почвенно-климатической зоны и обладает большей устойчивостью к различным негативным воздействиям.

Таким образом, трехлетние исследования показывают положительное влияние микробных препаратов на снижение напряженности минерализационных процессов в ризосфере *T. aestivum* L. в фазу цветения и, одновременно, активизацию процесса синтеза органического вещества. Наиболее выраженное влияние комплекса микробных препаратов на микробиологические процессы ризосферы выявлено в неблагоприятных погодных условиях выращивания пшеницы озимой.

Литература

1. Yin C., Mueth N., Hulbert S., Schlatter D., Paulitz T. C., Schroeder K., Dhingra A. Bacterial communities on wheat grown under long-term conventional tillage and no-till in the Pacific Northwest of the United States // *Phytobiomes*. 2017. Vol. 1. No. 2. P. 83–90.
2. Даденко Е. В., Мясникова М. А., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню // *Почвоведение*. 2014. №. 6. С. 724.
3. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробиоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: научно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородская сельскохозяйственная академия, 2012. С. 64.

UDC 631.461:633.1:579.26

Egovtseva A. Yu., Melnichuk T. N.

Orientation of microbiological processes in the *Triticum aestivum* L. rhizosphere under conditions of seed bacterization by a complex of microbial preparations

Summary. The aim of our research was to study the effect of presowing bacterization by a complex of microbial preparations (CMP) in various farming systems on the biological activity of the *Triticum aestivum* L. rhizosphere of southern Chernozem in the Crimean steppe. The three-year study proved the possibility of intensification and normalization of the microbiological status of the winter wheat rhizosphere using resource-saving technologies. The most pronounced effect of the complex of microbial preparations on the microbiological processes of the winter wheat rhizosphere was revealed in adverse weather conditions.

Keywords: *Triticum aestivum* L., rhizosphere, complex of microbial preparations, farming systems.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-110

УДК 581.1:581.143.5

Захарченко Наталья Сергеевна¹, Фурс Ольга Владимировна¹, Пиголева Светлана Васильевна¹, Гарлачков Сергей Владимирович^{1,2}, Фунтикова Татьяна Вячеславовна², Филонов Андрей Евгеньевич², Дьяченко Ольга Владимировна¹, Бурьянов Ярослав Иванович¹, Шевчук Тарас Валерьевич¹

Устойчивость колонизированных ассоциативными микроорганизмами растений к ксенобиотикам и фитопатогенам

¹ФГБУН «Филиал Института биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН»;

²ФГБУН «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН»
e-mail: znata_2008@mail.ru

В природных условиях растения существуют в тесной ассоциации с почвенными микроорганизмами, которые оказывают стимулирующее влияние на рост и развитие растений [1]. Цель нашей работы – исследование колонизации растений картофеля, томата, рапса и камелины ассоциативными микроорганизмами *Methylobacterium mesophilicum*, *Pseudomonas aureofaciens* BS1393, *Pseudomonas putida* BS3701; исследование устойчивости колонизированных растений к биотическим (фитопатогены *Erwinia carotovora* и *Sclerotinia sclerotiorum*) и абиотическим (нафталин и нефть) стрессовым факторам [2].

Для колонизации растений ассоциативными бактериями стерильные семена и молодые побеги картофеля, томата, рапса и камелины обрабатывали суспензией ассоциативных бактерий. Для этого семена помещали в жидкую культуру бактерий с титром 10^3 – 10^5 (кл/мл) на 1–2 мин, подсушивали на фильтровальной бумаге и переносили на чашки Петри, содержавшие питательную среду МС. Молодые побеги однократно опрыскивали 1 мл суспензии бактерий с титром 10^3 – 10^5 (кл/мл) и культивировали в стеклянных пробирках *in vitro* на среде МС. В качестве контроля на среду МС помещали необработанные бактериями семена и побеги. Микробиологическое тестирование различных эксплантов растений (листьев или корней) проводили через 7, 14 и 30 суток, после колонизации. Для этого растительный экстракт, полученный путем гомогенизации 1 см² растительной ткани, наносили на поверхность твердой питательной среды LB или K в чашках Петри с селективными антибиотиками и инкубировали при температуре 22–24 °C двое суток. Затем проводили подсчет колониеобразующих единиц на 1 см² площади растительной ткани.

Для исследования устойчивости колонизированных растений к нафталину и нефти, в расплавленную агаризованную среду МС добавляли нафталин (100 мкг/мл)

или нефть (0,7 %). В приготовленные пробы пересаживали свежечеренкованные растения и проводили наблюдение за ростом их в течение месяца.

Через неделю после колонизации картофеля, рапса, томатов и камелины бактериями численность бактерий на корнях составляла от $2,3 \times 10^3$ до $2,5 \times 10^4$ КОЕ/г сырого веса, через семь недель от $3,1 \times 10^3$ до $3,4 \times 10^4$ КОЕ/г сырого веса. В последующих циклах микроразмножения растений содержание бактерий *M. mesophilicum*, *P. putida*, *P. aureofaciens* в корнях стабильно сохранялось практически на том же уровне в течение всего периода вегетации, что указывает на их прочную ассоциацию с растениями.

Колонизированные растения исследовали на устойчивость к окислительному стрессу, вызванному добавлением в среду нафталина или нефти. В качестве маркера стресса использовали активность супероксиддисмутазы (СОД).

Колонизированные растения отличались повышенной скоростью роста в 1,5–2,0 раза по сравнению с контрольными (не колонизированными); бутонизация, цветение и плодоношение у них также начиналось раньше. Отмечена повышенная устойчивость колонизированных растений к фитопатогенам. Повреждение контрольных листьев, зараженных бактериями *E. carotovora*, к концу вторых суток составило 100 %. При заражении грибным патогеном *S. sclerotiorum* признаки некроза тканей наблюдали через 4–5 сут. В то же время, листья растений, колонизированных *P. aureofaciens* и *M. mesophilicum*, оставались без заметных признаков повреждения.

В экспериментах по устойчивости растений к нефти и нафталину использовали бактерии *P. putida*, содержащие ген салицилатгидроксилазы *NahG*, который играет основную роль в деградации токсичных полициклических ароматических углеводородов. Через неделю культивирования колонизированных растений на среде с ксенобиотиками на корнях были обнаружены бактерии *P. putida*. Уровень СОД у контрольных растений на среде с нафталином или нефтью увеличивался на 160–150 %, а у колонизированных растений – на 20–18 %. Стресс, обусловленный влиянием нефти или нафталина, был менее токсичен для колонизированных растений по сравнению с контрольными.

Таким образом, методы стабильной ассоциации растений с микроорганизмами, способными конкурировать с фитопатогенами, стимулировать рост растений и вызывать деградацию чужеродных соединений в окружающей среде, перспективны для восстановления микробных биоценозов и естественного плодородия почв.

Литература

1. Glick B. R. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications // Hindawi Publishing Corporation Scientifica. 2012. Vol. 2012. Article ID 963401. 15 p. DOI: 10.6064/2012/963401.
2. Анохина Т. О., Сиунова Т. В., Сизова О. И., Захарченко Н. С. Кочетков В. В. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas* в современных агробιοтехнологиях // Агрoхимия. 2018. № 10. С. 54–66.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 19.08.00375, № 18-08-00752, № 19-08-00299.

UDC 581.1:581.143.5

Zakharchenko N. S., Furs O. V., Pigoleva S. V., Tarlachkov S. V., Funtikova T. V., Filonov A. E., Dyachenko O. V., Buryanov Ya. I., Shevchuk T. V.

Resistance of plants colonized by associative microorganisms to xenobiotics and phytopathogens

Summary. The aim of our work was to study the colonization of potato, tomato, rapeseed and camelina by associative microorganisms *Methylobacterium mesophilicum*, *Pseudomonas aureofaciens* BS1393 and *Pseudomonas putida* BS3701; examine the resistance of colonized plants to biotic (phytopathogens *Erwinia carotovora* and *Sclerotinia sclerotiorum*) and abiotic (naphthalene, oil) stressors. Colonized plants were characterized by an increased growth rate (1.5–2.0 times higher) compared to non-colonized ones; flower-

bud formation, flowering and fructification of the colonized plants also started earlier. An increased resistance of colonized plants to phytopathogens, naphthalene (100 $\mu\text{m}/\text{ml}$) and oil (0.7 %) was noted, too. The level of superoxide dismutase (SOD) in control plants on a medium with naphthalene or oil increased by 160–150%; in colonized plants – by 20–18 %. Colonized plants were more viable because of the presence of *P. putida* BS3701 on the roots.

Keywords: colonization by associative strains, phytopathogens, plants, resistance.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-112

УДК 579.67

Каменева Ирина Алексеевна, Якубовская Алла Ивановна, Паштецкий Владимир Степанович, Полякова Наталья Юрьевна, Гритчин Максим Владимирович, Смирнова Ирина Игоревна, Коноплева Галина Николаевна

Перспектива использования жмыхов масличных культур в биотехнологии микробных препаратов

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: irina.kameneva.7@mail.ru

Актуальной проблемой в разработке новых и усовершенствовании существующих форм микробных препаратов для растениеводства остается поиск технологичных и экономичных компонентов субстрата, способствующих повышению титра бактерий, сохранению их жизнеспособности длительное время. В этой связи заслуживают внимания жмыхи масличных культур. Жмыхи являются вторичным сырьевым ресурсом, что делает их экономичными компонентами питательной среды. При низком уровне животноводства (основного потребителя продукта) возникает проблема их утилизации. Целлюлоза, входящая в состав жмыхов, позволит сформировать абсорбционную систему, обеспечивающую иммобилизацию клеток. Высокое содержание белков, углеводов, минеральных веществ, витаминов может использоваться бактериями как дополнительные источники питания, а также стимулировать рост бактерий. Вместе с тем, в жмыхах, в зависимости от вида растений, могут содержаться гликозиды, фенолы и другие вещества, оказывающие негативное действие на рост бактерий.

Цель исследований – изучить технологичность жмыхов, полученных при отжиме масла семян *Linum usitatissimum* L. (льна масличного) и *Brassica* spp. L. (горчицы), как компонента жидкой питательной среды для культивирования ассоциативных бактерий.

Брикеты жмыхов горчицы и льна перемалывали на лабораторной мельнице и в количестве 2 % от объема [1] добавляли в жидкую питательную среду для культивирования производственных штаммов бактерий *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 и *Paenibacillus polymyxa* ССМ П Крымской коллекции микроорганизмов (<http://www.ckr-ri.ru>). Бактерии культивировали глубинно (150 оборотов в минуту при температуре 25–28 °С) 72 часа и далее сохраняли в течение месяца при температуре 8 °С. Контролем являлась культура без добавок жмыхов. Титр жизнеспособных клеток определяли методом серийных разведений с последующим высевом в чашки Петри [2] на агаризованную гороховую среду.

Результаты лабораторных опытов показали, что исследуемые бактерии избирательны к жмыхам как компонентам питательной среды. В исходной культуре со жмыхом горчицы титр бактерий *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 составлял 6,3 млрд колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 мл, что в 1,8 раза было ниже контроля, но через месяц хранения оставался на таком же уровне. Количество жизнеспособных клеток в контрольной культуре за этот период уменьшилось в 1,5 раза. Жмых льна не существенно повышал ростовую активность бактерий (10,1±0,3 млрд при 9,7±0,65

млрд КОЕ/1 мл в контроле), а через месяц хранения в 1,8 и 1,4 раза был ниже исходного и контроля соответственно.

Внесение в среду для культивирования *P. polymyxa* ССМ П жмыхов горчицы и льна способствовало повышению титра бактерий в 3,1 и 4,3 раза соответственно в сравнении с контролем. Культивирование *P. polymyxa* ССМ П в средах с добавлением жмыхов не влияло на спорообразование клеток. Сохранялась антифунгальная активность штамма. Через месяц экспозиции число КОЕ в среде со жмыхом льна в 2,3 раза было ниже контроля. Следует отметить, что в этих вариантах титр на порядок был меньше исходных культур. Выявлено стабилизирующее действие жмыха горчицы на *P. polymyxa* ССМ П. Несмотря на снижение титра в 1,8 раз от исходного, он оставался в пределах одного порядка и составлял $25,5 \pm 1,51$ млн КОЕ в 1 мл

Таким образом, установлено, что исследуемые жмыхи масличных культур перспективны для использования в биотехнологии микробных препаратов. Наиболее технологичным компонентом в жидких питательных средах является жмых горчицы, который оказывает стимулирующее и стабилизирующее действие на *P. polymyxa* ССМ П и стабилизирующее – на *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 при хранении в течение месяца.

Литература

1. Патент № 56032 України С 12 N 1/00 С 12 Р 1/04. Спосіб виготовлення препарату на основі азотфіксуючих бактерій-продуцентів екзополісахаридів 17.01.2005.
2. Практикум по микробиологии // Под ред. В. Шильниковой. М.: Дрофа, 2005. 254 с.

UDC 579.67

Kameneva I. A., Yakubovskaya A. I., Pashtetskiy V. S., Polyakova N. Yu., Gritchkin M. V., Smirnova I. I., Konopleva G. N.

Prospect of using oilcakes in biotechnology of microbial preparations

Summary. The actual problem in the development of new and improvement of existing forms of microbial preparations for crop production is the search for technological and economical components of the substrate to increase the titer of bacteria and keep their viability for a long period. The aim of our research was to study the technological effectiveness of the oilcake obtained after oil extraction from seeds of *Linum usitatissimum* L. (flax) and *Brassica spp.* L. (mustard) as a component of a liquid nutrient medium for the cultivation of associative bacteria. The addition of mustard and flax cake to the cultivation medium of *P. polymyxa* ССМ P contributed to an increase in the titer of bacteria by 3.1 and 4.3 times, respectively, compared to control. We found that mustard cake has a stimulating and stabilizing effect on *P. polymyxa* ССМ P, as well as a stabilizing one on *L. nimipressuralis* 32-3 ССМ when storing for a month.

Keywords: technology, microbial preparations, bacteria titer, cultivation.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-113

УДК 579.64:634.25

Клименко Нина Николаевна

Оценка состояния микробиоценоза ризосферы персика при биологизации его выращивания

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: ninaklymenko@yandex.ru

С целью получения высоких урожаев, отличающихся хорошими качественными показателями и низкой себестоимостью, чаще всего на территории Российской Федерации применяют интенсивную технологию возделывания плодовых насаждений. Однако многократная обработка почвы междурядий, дефицит или наоборот – избыток минеральных удобрений ведет к нарушению почвенного покрова

сада, потере его водно-физических почв и плодородия [2]. Для предотвращения негативных последствий интенсификации в современных условиях необходим поиск новых, биологизированных способов выращивания растений в многолетних агрофитоценозах. К ним относят задернение почвы междурядий сада многолетними травами, обеспечивающее положительный баланс органики в почве за счет растительного опада, улучшение ее водно-физических свойств, активизацию почвенной микробиоты [1; 3]. Применение микробных препаратов (МП) оказывает положительное воздействие на агроценоз за счет продуцирования их биоагентами фитогормонов, выделения различных физиологически активных веществ, улучшающих рост и продуктивность растений. Известно также, что использование МП способствует увеличению численности бактерий основных эколого-трофических групп микроорганизмов, участвующих в разложении органического вещества почвы, что, в свою очередь, повышает почвенное плодородие и запасы основных элементов питания в эдафотопе [4]. При этом влияние совместного применения МП и задернения на микробоценоз почвы садовых агроценозов изучено недостаточно полно. Поэтому цель наших исследований заключалась в изучении влияния приемов биологизации – задернения и МП – на численность бактерий основных эколого-трофических групп в ризосфере персика.

Исследования проводили в 2019 г. в двухфакторном полевом опыте в саду персика в с. Отрадное Бахчисарайского района Республики Крым. Сад заложен сортом персика Редхавен среднего срока созревания на подвое миндаля. Схема посадки 5 x 4 м, формировка – улучшенная чаша, возраст растений – 5 лет. Число деревьев на учетной делянке – 3, повторность опыта трехкратная. Агротехника общепринятая в садоводстве. Сад орошался капельным поливом с поддержанием влажности на уровне 70 % НВ.

Почву междурядий содержали под задернением: естественным (ЕЗ), состоящим из сегетальных трав, характерных для данной почвенно-климатической зоны; смесью сеяных трав (СТ), состоящей из райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) и люцерны синей (*Medicago sativa* L.), смешанных в соотношении 1:1. В исследовании применяли МП, произведенные в отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма»: Азотобактерин (биоагент – штамм *Azotobacter chroococcum*, улучшающий азотное питание растений) и Комплекс микробных препаратов (КМП): Диазофит, Фосфоэнтерин и Биополицид, смешанные в соотношении 1:1:1. Препараты вносили в прикорневую зону в фазу образования завязей с поливом в слой 0-60 см из расчета 250 л/га разведенной суспензии. Рабочий раствор суспензии МП готовили непосредственно перед внесением путем разведения исходной в 100 раз. Учитывали численность бактерий основных эколого-трофических групп, участвующих в трансформации органического вещества почвы: аммонифицирующих, амилитических, фосфатмобилизующих (трансформирующих преимущественно минеральные фосфаты), олигонитрофильных, олиготрофных бактерий, микромицетов и целлюлолитических бактерий. Почву отбирали с горизонтов 0-30 и 30-60 см. Исследования проводили согласно общепринятым методикам путем посева почвенной суспензии на селективные питательные среды [5]. Значения эколого-трофических индексов, характеризующих направленность микробиологических процессов почвы, рассчитывали как отношение числа амилитических, олигонитрофильных и педотрофных бактерий к количеству аммонификаторов [6].

Наши исследования показали, что совместное применение приемов биологизации при выращивании персика способствовало возрастанию численности бактерий основных эколого-трофических групп, участвующих в трансформации органического вещества почвы: аммонификаторов – на 26-47 %; амилитических бактерий – на 48-103 %; фосфатмобилизаторов – на 32-72 %; олигонитрофилов – на

24-49 %; олиготрофов – на 57-59 %; целлюлолитиков – на 25-39 % в слое почвы 0-30 и 30-60 см по сравнению с контролем соответственно. Разница с контролем значима на 5 % уровне. Отмечено снижение численности микромицетов, что, на наш взгляд, связано с антагонистическим воздействием биопрепаратов. Отмечено, что использование МП по фону ЕЗ способствовало возрастанию коэффициента минерализации-иммобилизации азота: он составил 1,1 при внесении в почву Азотобактерина и 1,0 – при использовании КМП. Это говорит о том, что в почве опытного участка процессы иммобилизации преобладают над минерализацией. Использование приемов биологизации не оказало существенного влияния на индекс олиготрофности: его значения оставались на уровне контроля и колебались в пределах 0,6-0,8 в зависимости от варианта опыта. Значения индекса педотрофности почвы на обоих фонах задернения не имели различий: 1,1 при использовании Азотобактерина и 1,0 – при бактериализации КМП. Возрастание значений этого индекса свидетельствует о переходе изучаемого биоценоза в устойчивое состояние.

Литература

1. Гурин А. Г. Изменение физических свойств почвы в зависимости от систем содержания междурядий сада // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XVI Международной научной конференции. 2019. С. 956–962.
2. Дорошенко Т. Н., Бузоверов А. В., Сугоняев Е. С., Кондратенко А. Н., Чумаков С. С., Яковук В. М. Перспективы развития органического садоводства на юге России // Аграрная наука. 2011. № 7. С. 2–3.
3. Карахаджаева Г. М. Влияние дерново-перегнойной системы в междурядьях сада на плодородие почвы // Научный журнал. 2019. № 2 (36). С. 14–16.
4. Клименко О. Е., Клименко Н. И., Каменева И. А., Клименко Н. Н. Изменения в микробиоценозе ризосферы саженцев персика под влиянием комплекса микробных препаратов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 60. С. 113–117.
5. Практикум по микробиологии: Учебное пособие для вузов // Под ред. Шильниковой В.К. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
6. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробиоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: Научно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородская сельскохозяйственная академия. 2012. 64 с.

UDC 579.64:634.25

Klimenko N. N.

Estimation of the state of microbocenosis of the peach rhizosphere during the biologization of its cultivation

Summary. Our research has shown that the use of biologization techniques for growing peaches positively affected the number of bacteria of the main ecological and trophic groups involved in the transformation of soil organic matter: ammonifying bacteria – by 26-47 %; amylolytic bacteria – by 48-103 %; phosphate mobilizing bacteria – by 32-72 %; oligonitrophilic bacteria – by 24-49 %; oligotrophic bacteria – by 57-59 %; cellulolytic bacteria – by 25-39 % in the soil layer of 0-30 and 30-60 cm compared to the control, respectively. There was a decrease in the number of micromycetes, which, in our opinion, is associated with the antagonistic effect of microbial preparations. The use of biologization techniques did not significantly affect the oligotrophy index: its values remained at the control level and fluctuated between 0.6 and 0.8, depending on the experiment variant. The values of the pedotrophy index of the soil of the experimental site on both backgrounds of grassing did not differ and amounted to 1.1 when using Azotobacterin and 1.0 – when bacterizing with CMP. Increasing values of this index indicate the transition of the studied biocenosis to a stable state.

Keywords: peach, agrocenosis, microbial preparations, grassing between the rows, ecological and trophic groups, microbocenosis.

Козловская Вера Фроловна

Перспективы интеграции микроорганизмов ризосферы в сельскохозяйственную практику в качестве биоудобрений

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова»

e-mail: kozlovskaya.vera2020@yandex.ru

Зеленая революция XX века обеспечила беспрецедентные преимущества в мировом производстве продуктов питания. Она включала два основных компонента: химические ресурсы (пестициды, гербициды, химические удобрения) и улучшенные сорта сельскохозяйственных культур, отзывчивые на высокий агрофон. Однако, преимущества, связанные с использованием высоких доз удобрений, приводят к негативным экологическим последствиям. Необходима новая революция в сельском хозяйстве для поддержания стабильного производства продовольствия растущего населения мира, а также в связи с изменением климата в XXI веке. «Новая» Зеленая Революция, возможно Биореволюция, должна быть основана на меньшем количестве интенсивных затрат и снижении воздействия на окружающую среду. Известная взаимосвязь микроризобиома с растениями свидетельствует о громадном потенциале этого сообщества микроорганизмов для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений во всём мире. Поэтому целью данного сообщения является обобщение современных представлений о механизмах прямого влияния бактерий, способствующих росту растений (Plant Growth Promoting Bacteria, PGPB) на рост и развитие культур путём повышения эффективности поглощения нутриентов.

Питательные вещества поставляются извне, и лишь небольшую их часть используют растения: ~ 40–70 % азота, 80–90 % фосфора и 50–70 % калия от общего количества применяемых удобрений теряются в окружающую среду из-за различной динамики почвы [1]. Такой уровень потерь приводит не только к неоправданным затратам, снижению урожайности и утрате ценных ресурсов, но также к сильному загрязнению окружающей среды и нарушению экологической устойчивости. Следовательно, для достижения оптимальной урожайности важно улучшить использование удобрений.

Отдельная группа бактерий и архей, называемая diaзотрофами, способна восстановить атмосферный азот до аммиака в процессе, известном как биологическая фиксация азота (БФА). Химический синтез даёт 118 млн тонн азотных удобрений в год, а симбиоз между азотфиксирующими ризобиями и растениями обеспечивают 50–70 млн тонн азота для сельскохозяйственных систем ежегодно [2]. Свободно живущие *Azotobacter* и *Azospirillum* также фиксируют азот (20 % из общего фиксированного азота) посредством ассоциативно-симбиотических отношений в почве. Они могут фиксировать до 20–40 кг азота/га [3], и для их ассоциации не требуется специфическое растение-хозяин. Другая группа ФА – это синезеленые водоросли (цианобактерии), которые могут аккумулировать до 20–30 кг азота/га. Они, как правило, встречаются на рисовых полях, поэтому называются рисовыми организмами [4].

Из-за ключевой роли фосфора в растениях, его оптимальная концентрация часто превышает 60 моль/г сухой массы почвы. Однако, концентрация фосфора, биодоступного для корней растений, довольно низкая и варьирует от 1 до 10 молей в форме неорганического фосфора [5]. Несоответствие предложения этого элемента в почве потребностям растения приводит к множественным неблагоприятным последствиям для их роста и развития. От 75 до 90 % внесённого фосфора осаждаются комплексами железа, алюминия или кальция в почве, превращая его в недоступный для растений в первый год применения [6]. Низкое плодородие почвы, применение

высоких доз фосфора также ингибирует микроорганизмы, которые могут естественным образом повышать наличие доступного фосфора в почвах [7].

Основным методом бактерий для высвобождения фосфора из сложных источников, является производство органических кислот, которые создают кислые микросайты, понижающие рН и способствующие отделению фосфора от ионов кальция и хелатных ионов металлов. Почвенные бактерии могут также выделять неорганические кислоты, протоны, гидроксил ионы, сидерофоры и CO₂. Они минерализуют органический фосфор преимущественно внеклеточными ферментами, неспецифическими фосфогидролазами (фосфатазами), фитазами, фосфонатазами или С-Р лиазами. Повышение продуктивности и/или урожайности растений после инокуляции бактериями, солубилизирующими фосфор, показано для многих экономически важных сельскохозяйственных культур, включая кукурузу, сою, пшеницу, рапс, бобы мунг и томаты.

В 2015 г. мировой рынок биоудобрений оценивался в 946,6 млн долларов. Фосфат солубилизирующие бактерии составляют около 15 % мирового дохода, второго по величине и самого быстро растущего сектора биоудобрений [8, 9]. Эти цифры указывают на то, что фосфат солубилизирующие бактерии оказались жизнеспособным вариантом в качестве биоудобрения и все чаще используются в коммерческих целях, чтобы повысить доступный фосфор в ризосфере.

Калий является седьмым из наиболее распространенных элементов в коре Земли и в почве. Однако только от 1 до 2 % этого элемента доступно растениям. Бактерии, солубилизирующие калий (KSB), могут растворять силикатные минералы и высвобождать калий путем производства органических и неорганических кислот, синтеза полисахаридов, комплексолиза, реакции обмена [10].

Дефицит цинка во всём мире обусловлен его низкой растворимостью в почве. Биодоступность этого элемента в зоне корней повышается соединениями, связывающими цинк. Эти соединения выделяются корнями растений или микрофлорой ризосферы. Бактериальные метаболиты образуют комплексы с Zn²⁺ и снижают реакцию ионов с почвой. *Pseudomonas monteilii*, *Microbacterium saperdae*, and *Enterobacter cancerogenesis* производят цинк-хелатообразующие металлофоры для повышения водорастворимого цинка, доступного растениям [11].

Рынок биоудобрений в 2015 г. оценивался в 946,6 млн долларов США [12]. Прогнозируется, что он будет расти ежегодно с 2016 по 2022 г. на 14,08 % и достигнет 2305,5 млн долларов США, то есть за семь лет увеличится более чем в 2,4 раза [13], что свидетельствует о безусловной перспективности биоудобрений.

Литература

1. Fageria N. K. Yield and yield components and phosphorus use efficiency of lowland rice genotypes // J. Plant Nutr. 2014. Vol. 37. P. 979–989. DOI: 10.1080/01904167.2014.888735.
2. Herridge D. F., Peoples M. B., Boddey R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems // Plant Soil. 2008. Vol. 311. P. 1–18. DOI: 10.1007/s11104-008-9668-3.
3. Mahdi S. S., Hassan G. I., Samoon S. A., Rather H. A. Showkat A. D., Zehra B. Bio-fertilizers in organic agriculture // J. Phytol. 2010. Vol. 2. P. 42–54.
4. Nayak S., Prasanna R., Pabby A., Dominic T. K., Singh P. K. Effect of urea, blue green algae and *Azolla* on nitrogen fixation and chlorophyll accumulation in soil under rice // Biol. Fertil. Soils. 2004. Vol. 40. P. 67–72. DOI: 10.1007/s00374-004-0738-2.
5. Vance C. P., Uhde-Stone C., Allan D. L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource // New Phytol. 2003. Vol. 157. P. 423–447. DOI: 10.1046/j.1469-8137.2003.00695.x.
6. Ha S., Tran L.-S. Understanding plant responses to phosphorus starvation for improvement of plant tolerance to phosphorus deficiency by biotechnological approaches // Crit. Rev. Biotechnol. 2014. Vol. 34. P. 16–30. DOI: 10.3109/07388551.2013.783549.
7. Carvalho F. P. Agriculture, pesticides, food security and food safety // Environ. Sci. Policy. 2006. Vol. 9. P. 685–692. DOI: 10.1016/j.envsci.2006.08.002.
8. Research G. V. Biofertilizers market size, share and trends analysis report by product (nitrogen fixing, phosphate solubilizing), by application (seed treatment, soil treatment), and segment forecasts, 2012–2022; Grand View Research. San Francisco, CA, USA, February 2018; Report ID: 978-1-68038-038-5.

9. Kafle A., Cope K. R., Rath R., Yakha J. K., Krishna Yakha J., Subramanian S., Bücking H., Garcia K. Soil microbes to improve plant phosphate efficiency in cropping systems // *Agronomy*. 2019. Vol. 127. 15 p. DOI: 10.3390/agronomy9030127.
10. Meena V. S., Maurya B. R., Verma J. P. Does a rhizospheric microorganism enhance K⁺ availability in agricultural soils? // *Microbiol. Res.* 2014. Vol. 169. P. 337–347. DOI: 10.1016/j.micres.2013.09.003.
11. Whiting S. N., Souza M. D., Terry N. Rhizosphere bacteria mobilize Zn for hyper accumulator by *Thlaspi caerulescens* // *Environ. Sci. Technol.* 2001. Vol. 35. P. 3144–3150. DOI: 10.1021/es001938v.
12. AgriInfo. in 2015. Role of biofertilizers in soil fertility and agriculture. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://agriinfo.in/?page=topic&superid=5&topicid=176>. 201513 (дата обращения 05.05.2020).

UDC 631.461:5766.B

Kozlovskaya V. F.

Prospects for the rhizosphere microorganisms integration into agricultural practice as biofertilizers

Summary. Chemical fertilizers are a quick way to increase nutrients in the soil, but their use is economically costly and dangerous for the environment. Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) are able to increase the bioavailability of fertilizers through biological nitrogen (N) fixation, as well as potassium (K), phosphorus (P), and zinc (Zn) solubilization. The enhanced amount of soluble macro- and microelements in the close proximity of soil-root interface increases the fertilizer use efficiency ~ by 20-40 %.

Keywords: PGPR, biological nitrogen fixation, solubilization, biofertilizers.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-114

УДК 631.461:579.64

Мельничук Татьяна Николаевна^{1,2}, Еговцева Анна Юрьевна¹, Абдурашитов Сулейман Февзиевич¹, Абдурашитова Эльвина Расимовна¹, Турин Евгений Николаевич¹, Горелова Виктория Валерьевна¹, Зубоченко Алла Анатольевна¹

Состояние микробоценоза чернозема южного в условиях прямого посева

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
e-mail: melnichuk7@mail.ru

Микробоценоз почв агроэкосистем подвержен влиянию различных факторов, среди которых и технологические приемы выращивания сельскохозяйственных культур. В условиях степи происходит ежегодное увеличение площадей под прямым посевом, который рассматривают как перспективную ресурсосберегающую систему земледелия. Интродукция в ризосферу агрономически полезных микроорганизмов способствует активизации процессов, направленных на повышение продуктивности растений и качества продукции, сохранению плодородия почвы.

Цель исследований заключалась в оценке состояния микробоценоза чернозема южного под влиянием прямого посева и комплекса микробных препаратов.

Исследования проводили в пятипольном севообороте стационарного опыта по изучению прямого посева (ПП) в сравнении с традиционной системой земледелия (ТС) в условиях центральной степной зоны Крыма в 2017–2019 гг. Опытную делянку разделяли на две части: контроль – без инокуляции и предпосевная обработка семян комплексом микробных препаратов, разработанным под каждую культуру. Микробные препараты отличались штаммами, но все содержали азотфиксирующие, фосфатмобилизующие и протекторные от фитопатогенов микроорганизмы. Отбор образцов чернозема южного, слабо гумусированного, развитого на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах, для анализа проводили в первой декаде октября до посева озимых культур со слоя 0–10 см. Численность почвенных микроорганизмов основных эколого-трофических групп (аммонифицирующих и амилотических бактерий, азотфиксаторов и целлюлозолитиков) ризосферы пшеницы озимой, выраженное в колониеобразующих единицах (КОЕ) на г абсолютно сухой почвы, определяли по общепринятым

методикам [1]. Таксономический анализ микробиома почвы проводили в 2019 г. (третий год применения ПП) с использованием высокопроизводительного секвенирования библиотек гена 16S рРНК методом ПЦР с применением универсальных праймеров [2]. Микробиологический анализ чернозема южного показал, что практически во всех эколого-трофических группах более высокая численность микроорганизмов после обработки комплексом микробных препаратов (таблица).

Таблица – Влияние систем земледелия и комплекса микробных препаратов (КМП) на численность микроорганизмов чернозема южного, млн КОЕ / г почвы

Год	Аммонификаторы		Амилолитики		Азотфиксаторы		Целлюлозолитики*	
	Контроль	КМП	Контроль	КМП	Контроль	КМП	Контроль	КМП
Традиционная система								
2017	5,7±0,4	6,6±0,4	8,6±0,3	8,0±0,2	9,7±0,3	7,0±0,3	3,0±0,4	7,9±0,8
2018	10,0±1,0	13,2±0,6	5,2±0,4	10,2±1,1	5,5±0,4	10,6±0,5	15,6±1,8	24,1±0,7
2019	4,3±0,2	5,2±0,2	7,1±0,3	8,4±0,3	2,9±0,2	6,0±0,4	31,1±1,9	40,7±1,4
Прямой посев								
2017	8,5±0,4	8,2±0,4	5,5±0,3	6,8±0,1	7,2±0,2	8,0±0,2	8,5±0,4	11,1±0,7
2018	17,4±0,9	15,0±0,7	12,4±0,2	11,6±0,4	12,3±0,1	8,0±0,6	12,9±1,1	14,2±0,8
2019	3,4±0,2	6,0±0,5	4,0±0,3	4,4±0,0	1,3±0,1	2,5±0,1	33,4±2,4	32,5±1,8
Целина								
2017	8,1±0,6		9,4±0,2		8,9±0,2		8,9±1,1	
2018	7,9±0,9		9,5±0,7		10,7±0,6		11,3±1,9	
2019	3,2±0,2		3,7±0,2		3,8±0,7		20,9±1,3	

Примечание. * тыс КОЕ/г почвы

В агроценозах количество микроорганизмов исследуемых групп отличалось от целинной почвы и зависело от погодных условий. В условиях 2018 г., когда количество осадков в сентябре в 2,7 раза превысило среднеголетние показатели, отмечено увеличение численности аммонификаторов, амилолитиков и азотфиксаторов при ПП в сравнении с ТС, тогда как в 2019 г. намечались обратные тенденции. Содержание целлюлозолитических микроорганизмов увеличивалось под влиянием систем земледелия.

Метагеномный анализ чернозема южного позволил установить представителей 12 фил, среди которых 11 бактерий и 1 архей. В сравнении с почвой целины доля архей филы *Thaumarchaeota* была в 1,3 раза больше при ПП после четырех лет его ведения, тогда как при ТС – в 1,4 меньше. В агроценозах отмечено снижение представительства *Acidobacteria*, *Actinobacteria* и *Verrucomicrobia* и увеличение *Firmicutes*, *Proteobacteria* и при ПП *Bacteroidetes*. Минорные доли выявлены у представителей *Chloroflexi* и *Planctomycetes*, которые уменьшались в агроценозах в 4,6 и 1,7 раза при ТС и 1,5 и 1,1 раза при ПП соответственно в сравнении с целиной. Напротив, отмечены увеличения представительства *Cyanobacteria* с 0 % в целине до 0,18 % при ТС, *Gemmatimonadetes* и *Nitrospirae* в 1,9 раза при ТС и в 1,6 и 2,8 раза при ПП соответственно.

Таким образом, установлено влияние прямого посева и микробных препаратов на состояние микробиоценоза чернозема южного. Количество целлюлозолитических микроорганизмов увеличивалось под влиянием систем земледелия в сравнении с почвой целины. Применение микробных препаратов способствовало повышению численности микроорганизмов эколого-трофических групп и представительства большинства фил, которое зависело и от системы земледелия.

Литература

1. Экспериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія // За наук. ред. Волкогона В. В. Київ: Аграрна наука, 2010. 464 с.
2. Bates S. T., Berg-Lyons J. G., Caporaso W. A., Walters W. A., Knight R., Fierer N. Examining the global distribution of dominant archaeal populations in soil // ISME J. 2010. No. 5. P. 908–917.

UDC 631.461:579.64

Melnichuk T. N., Egovtseva A. Yu., Abdurashytov S. F., Abdurashytova E. R., Turin E. N., Gorelova V. V., Zubochenko A. A.

Microbiocenosis of southern chernozem under the influence of no-till

Summary. The purpose of the research was to assess microbiocenosis of the southern chernozem under the influence of no-till and microbial preparations. A metagenomic analysis of the southern chernozem revealed 12 phyla, including 11 bacteria and 1 archaeon. The number of cellulolytic microorganisms increased under the influence of farming systems compared to virgin soil. The use of microbial preparations contributed to an increase in the number of microorganisms of ecological-trophic groups and the representation of the majority of phyla, which also depended on the farming system.

Keywords: microbiomes, 16S rRNA, southern chernozem (Chernozem), microbial complex, farming system, no-till, virgin soil.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-116

УДК 579.2:633.11:631.89

Чайковская Людмила Александровна¹, Ключенко Валентина Васильевна²,
Баранская Марина Ивановна¹, Овсиенко Ольга Леонидовна¹

Влияние микробных препаратов и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²Агропромышленный колледж ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского

e-mail: ludachaika@mail.ru

Применение биопрепаратов на основе эффективных штаммов микроорганизмов, обладающих комплексом полезных свойств – один из аспектов биологического земледелия. Микробные препараты насыщают почву питательными веществами и полезными почвенными микроорганизмами, что способствует улучшению питания растений [1, 2]. Среди микробных препаратов, улучшающих питание растений, особое место занимают биопрепараты на основе фосфатмобилизующих микроорганизмов. Они являются важным резервом оптимизации фосфорного питания растений за счет труднорастворимых фосфатов почвы и минеральных удобрений [3]. В отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» в течение 25 лет осуществляют исследования по выделению эффективных штаммов фосфатмобилизующих бактерий [4]. Одна из последних разработок – фосфатмобилизующий штамм *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3, который послужил основой для создания биопрепарата, оптимизирующего минеральное питание растений, стимулирующего их рост и повышающего урожайность [5]. Штамм *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 зарегистрирован во Всероссийской коллекции промышленных штаммов микроорганизмов (г. Москва) и в Крымской коллекции микроорганизмов [6]. Как известно, микробные препараты совместимы с органическими и минеральными удобрениями и в несколько раз увеличивают их возможности. Учитывая вышесказанное, цель наших исследований состояла в выяснении влияния совместного применения минеральных удобрений (нитроаммофоска) и предпосевной инокуляции семян (биопрепарат на основе *L. nimipressuralis* ССМ 32-3) на урожайность и качество зерна при выращивании озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Крыма.

Многолетние полевые эксперименты проведены на опытном поле Сельскохозяйственной академии ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского» (Симферопольский район). Почва опытных участков – чернозем южный карбонатный, агрохимическая характеристика: содержание гумуса – 2,5 %, подвижного фосфора и обменного калия – по 2,6 и 25,0 мг/100 г грунта соответственно, рН водной вытяжки – 7,0–7,2. Площадь каждого участка 2100 м², повторность четырехкратная. Озимую

пшеницу выращивали на фонах: без удобрения и с внесением нитроаммофоски (из расчета P_{30} ; P_{60} ; P_{90}). Перед высевом проводили предпосевную инокуляцию семян (биопрепарат на основе *L. nimipressuralis* ССМ 32-3: 100 мл/1 га), в контроле семена увлажняли водой. Определение содержания белка и клейковины в зерне проведено методом инфракрасной спектроскопии [7–9]. Анализ полного аминокислотного состава белков зерна пшеницы проведен методом полного кислотного гидролиза при помощи 6N HCl и количественного определения всех аминокислот в гидролизате на биохимическом анализаторе "Hitachi".

Результаты полевых опытов показали, что наиболее рациональным является совместное применение биопрепарата на основе *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 и нитроаммофоски (P_{30}): урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за три года составила 4,97 т/га (на 31 % выше контроля). Отмечено также увеличение содержания основных показателей качества зерна пшеницы: белка и клейковины – до 12,5 % и 28,0 % (в контроле – 9,9 % и 19,2 %) соответственно.

Важное значение при оценке качества пищевого зерна принадлежит аминокислотному составу белков, особенно содержанию незаменимых аминокислот. Установлено, что применение биопрепарата на основе *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 и нитроаммофоски (P_{30}) способствует возрастанию в зерне пшеницы содержания аминокислот по сравнению с контролем: незаменимых, заменимых и их суммы – на 33 %, в 1,6 раза и на 52 % соответственно.

Таким образом, совместное применение биопрепарата на основе *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 для предпосевной инокуляции семян озимой пшеницы и нитроаммофоски (P_{30}) в почвенно-климатических условиях Крыма способствует повышению ее зерновой продуктивности и улучшению качества зерна.

Литература

1. Завалин А. А., Кожемяков А. П. Новые технологии и применение биопрепаратов комплексного действия. СПб: ХИМИЗДАТ, 2010. 64 с.
2. Чеботарь В. К., Завалин А. А., Кипрушкина Е. Н. Эффективность применения препарата экстракол. М.: ВНИИА, 2007. 216 с.
3. Richardson A. E., Simpson R. J. Soil microorganisms mediating phosphorus availability // Plant Physiology. 2011. No. 3. Vol. 156. P. 989–996.
4. Чайковская Л. А. Ключенко В. В., Баранская М. И., Овсиенко О. Л. Фосфатмобилизующие бактерии в агроценозах Крыма: монография. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 156 с.
5. Патент РФ №2676926. «Фосфатмобилизующий штамм почвенных бактерий *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 и биопрепарат на его основе для оптимизации минерального питания растений, стимуляции их роста и повышения урожайности». 11.01.2019.
6. Коллекция микроорганизмов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: (<https://niishk.ru/innovacionnye-razrabotki/kollekciya-mikroorganizmov/>) (дата обращения 25.04.2020).
7. ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52554-2006> (дата обращения 25.04.2020).
8. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023864> (дата обращения 25.04.2020).
9. ГОСТ 13586.1-68. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200024345> (дата обращения 25.04.2020).

UDC 579.2:633.11:631.89

Chaikovskaya L. A., Klyuchenko V. V., Baranskaya M. I., Ovsienko O. L.

Influence of microbial preparations and mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain

Summary. The use of biological products based on effective strains of microorganisms with a range of useful properties is one of the aspects of biological farming. The long-term field experiments were conducted in the soil and climatic conditions of the Crimea. A positive effect of the combined use of mineral fertilizers (NPK calculated at P_{30}) and pre-sown inoculation of seeds (biopreparation based on *L. nimipressuralis* ССМ 32-3) on the yield and quality of winter wheat grain was shown. The increase in grain productivity of winter wheat by 31 % compared to control

(on average for 3 years) and grain quality indicators: protein and gluten – up to 12.5% and 28.0 % (in the control 9.9% and 19.2%, respectively) was revealed.

Keywords: winter wheat, *L. nimipressuralis* CCM 32-3, NPK, productivity.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-117

УДК 582.288:575.21

Чоглокова Анна Александровна, Митина Галина Вадимовна

Антибиотическая активность штаммов гриба *Lecanicillium muscarium* в отношении возбудителей болезней растений

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»

e-mail: 4oglik@inbox.ru

Микробиологические методы защиты растений востребованы для производства экологически чистой и безопасной сельскохозяйственной продукции. Особый интерес представляют микроорганизмы, способные обеспечить комплексную защиту. Грибы рода *Lecanicillium* (Petch.) Zare & W. Gams, природные патогены насекомых из отряда *Hemiptera*, также проявляют гиперпаразитические свойства в отношении ржавчинных и мучнисто-росяных грибов [1–3].

Целью нашей работы было выявление антибиотических свойств высоковирулентных штаммов гриба *Lecanicillium* для комплексной защиты растений.

В работе, проведенной в 2019 г. в лаборатории микробиологической защиты растений ВИЗР, использовали 11 штаммов энтомопатогенного гриба *Lecanicillium*, депонированных в Государственной коллекции ВИЗР (WFCC WDCM № 760, УНО) и проявляющих высокую вирулентность в отношении сосущих вредителей (различные виды тлей, оранжерейная белокрылка, трипсы, паутинный клещ).

Исследование антибиотической активности грибов-антагонистов проводили методом совместного выращивания культур [4]. Тест-культуры, среди которых шесть видов фитопатогенных грибов, гриб-сапрофит *Aspergillus niger* и три вида бактерий (вид *Pseudomonas syringae* представлен двумя патоварами), вызывающие у растений различные виды гнилей, пятнистости, бактериальный рак и др. приведены в таблице. На агаризованную среду Чапека высевали газоном тест-культуру фитопатогенов и помещали блоки семисуточной культуры гриба изучаемых штаммов в отверстия в агаре диаметром 10 мм. На третьи сутки производили учет зоны подавления роста фитопатогенов. Повторность опыта – трехкратная.

На рисунке показано различие в размерах зон ингибирования фитопатогенных микроорганизмов разными штаммами, проявляющими слабую и выраженную антибиотическую активность.

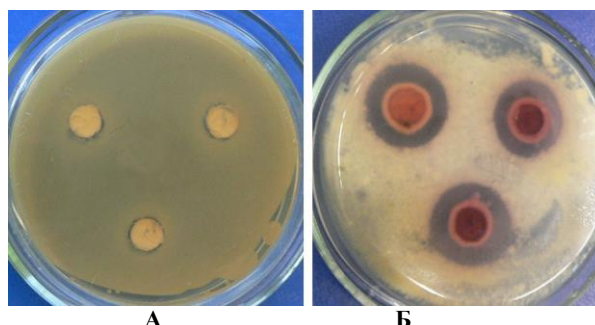


Рисунок – Зоны подавления роста фитопатогенов штаммами гриба рода *Lecanicillium*

Примечание. А – небольшая, у штамма VI 2 в отношении *Clavibacter michiganensis*; Б – ярко выраженная, у штамма VI 79 в отношении *Fusarium solani*.

Таблица – Антибиотическая активность штаммов гриба рода *Lecanicillium* VI 61, VI 79, F 14 в отношении фитопатогенных микроорганизмов

Тест-культуры	Вызываемое заболевание	Зона ингибирования роста, мм		
		VI 61	VI 79	F 14
<i>Rhizoctonia solani</i>	Корневая гниль большинства растений	17,3±0,5	16,0±2,0	11,3±2,0
<i>Fusarium graminearum</i>	Фузариоз колоса	24,7±1,5	11,0±1,0	26,0±1,0
<i>Fusarium culmorum</i>	Фузариоз колоса	16,3±0,5	20,3±2,0	16,7±2,0
<i>Fusarium oxysporum</i>	Фузариозное увядание томатов	17,3±1,5	25,0±0,8	18,7±0,8
<i>Fusarium solani</i>	Фузариозная гниль клубней и луковиц	15,7±0,8	24,7±2,0	22,7±2,0
<i>Botrytis cinerea</i>	Серая гниль различных видов растений	21,3±0,8	18,3±1,5	18,0±1,5
<i>Aspergillus niger</i>	Сапрофит	15,0±0,6	13,0±0,5	19,7±2,8
<i>Clavibacter michiganensis</i>	Кольцевая гниль картофеля, бактериальный рак томатов	15,0±1,3	11,3±1,0	15,0±1,3
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>maculicola</i>	Бактериальная пятнистость капусты	11,0±0,5	11,7±0,8	11,3±0,6
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Бактериальная крапчатость томата	11,0±0,5	11,3±0,5	12,7±0,6
<i>Bacillus subtilis</i>	Традиционная тестовая культура	17,7±1,0	11,0±0,5	17,3±0,8

Установлено, что большинство изученных штаммов были более активны в отношении грибов, чем бактерий. Штамм F 14 проявил выраженные антибиотические свойства в отношении и грибных, и бактериальных патогенов. Штамм VI 79, относящийся к близкородственному виду *L. dimorphum*, был активнее против фитопатогенных грибов, а VI 61 показал хорошие результаты в отношении бактерий. Штаммы VI 21, VI 34, VI 40, VI 57 были активны лишь в отношении некоторых фитопатогенов, в то время как VI 2, VI 68, VI 72, F 3 проявили слабо выраженные антибиотические свойства (зона лизиса менее 11 мм).

Литература

1. Benhamou N., Brodeur J. Evidence for antibiosis and induced host defense reactions in the interaction between *Verticillium lecanii* Vertalec® and *Penicillium digitatum*, the causal agent of green mold // Phytopathology. 2000. Vol. 90. P. 932–943.
2. Kim J. J., Goettel M. S., Gillespie D. R. Evaluation of *Lecanicillium longisporum*, Vertalec for simultaneous suppression of cotton aphid, *Sphaerotheca fuliginea*, on potted cucumbers // Biological Control. 2008. Vol. 45. P. 404–409.
3. Vandermeer J., Perfecto I., Liere H. Evidence for hyperparasitism of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) by the entomogenous fungus, *Lecanicillium lecanii*, through a complex ecological web // Plant Pathology. 2009. Vol. 58. P. 636–641.
4. Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. 6-е изд. М.: МГУ, Наука, 2004. 528 с.

UDC 582.288: 575.21

Chogloкова A. A., Mitina G. V.

Antibiotic activity of strains of the fungus *Lecanicillium muscarium* against phytopathogens

Summary. The aim of the work was the identification of the antibiotic properties of highly virulent strains of the fungus *Lecanicillium*. Most of the strains were more active against phytopathogenic fungi than bacteria. Strain F 14 showed high antibiotic properties against both fungal and bacterial pathogens. Strain VI 79 (*L. dimorphum*) was more active against phytopathogenic fungi, and VI 61 showed good results against bacteria.

Keywords: antibiotic activity, *Lecanicillium*, entomopathogenic fungi, plant protection.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-118

УДК 579.264:582.288:632.4

Шапошников Александр Иванович¹, Вишневская Надежда Алексеевна¹, Шахназарова Влада Юрьевна^{1,2}, Сырова Дарья Сергеевна¹, Бородина Елена Владимировна¹, Ковалева Ольга Николаевна³, Струнникова Ольга Кондратьевна¹

Активизация защитных реакций в растениях ячменя при колонизации корней фитопатогенным грибом *Fusarium culmorum* в присутствии *Pseudomonas fluorescens* 2137

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»;

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;

³ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова»;
e-mail: ai-shaposhnikov@mail.ru

Определение количества *F. culmorum* на корнях ячменя в стерильном вермикулите и нестерильной почве через 1–4 суток после закладки опыта показало, что в присутствии в ризосфере и на корнях антагонистической бактерии *Pseudomonas fluorescens* 2137 грибок заселяет корни в гораздо большем количестве, чем в варианте без инокуляции бактериями. При этом увеличение количества гриба в первые дни на корнях, заселенных бактериями, сопровождалось впоследствии существенным снижением заболеваемости ячменя фузариозной гнилью [1, 2]. Цель настоящей работы – установить, приводит ли ранняя колонизация корней фитопатогенным грибом *F. culmorum* в присутствии *P. fluorescens* 2137 к активизации защитных реакций в растениях ячменя, связанных с экспрессией гена *PAL* (одного из защитных генов, индуцирующихся в растениях в ответ на инфицирование).

Объектами исследования были: факультативный фитопатогенный грибок *Fusarium culmorum* штамм 30, штамм антагонистических ризобактерий *Pseudomonas fluorescens* 2137 и восприимчивый к фузариозам ячмень *Hordeum vulgare* L. сорта Белогорский. Для оценки уровня экспрессии гена *PAL* корни ячменя замораживали погружением в жидкий азот, после чего выделяли из них РНК. Для получения кДНК использовали обратную транскриптазу RevertAidTM, ингибитор рибонуклеаз RiboLockTM, праймер олигодТ₍₁₈₎. Для определения количества копий гена *PAL* проводили ПЦР в реальном времени на амплификаторе Bio-Rad T100TM Thermal Cycler (температура отжига 62⁰С), в качестве референтного гена использовался ген *GAPDH*.

Ген *PAL* кодирует L-фенилаланин-аммоний-лиазу – ключевой фермент фенилпропаноидного пути, ведущего к синтезу фитоалексинов и фитоантисипинов [3]. В суточных корнях уровень экспрессии этого гена был самым высоким в ячмене, колонизированном *P. fluorescens* 2137 (рисунок). К третьим суткам уровень экспрессии этого гена увеличивался во всех случаях, наиболее интенсивно в корнях контрольных растений ячменя. Самый низкий уровень экспрессии защитного гена *PAL* отмечен в корнях ячменя, колонизированного *F. culmorum*. В корнях трехсуточного ячменя, колонизированного совместно грибом и бактерией (рисунок, вариант PF3) уровень экспрессии этого защитного гена увеличился и даже превышал таковой в корнях, колонизированных только *P. fluorescens* 2137 (рисунок, вариант P3).

Наблюдаемая ответная реакция ячменя на колонизацию фитопатогенным грибом и антагонистической бактерией свидетельствует, что именно бактерия-антагонист *P. fluorescens* 2137 индуцирует более активный защитный ответ в ячмене, чем фитопатогенный грибок. Возможно, что на ранних стадиях взаимоотношений между *F. culmorum*, *P. fluorescens* 2137 и ячменем роль штамма 2137 в контроле болезни заключается не столько в прямом подавлении фитопатогена на корнях, сколько в опосредованном – через раннюю индукцию в ячмене защитных реакций.

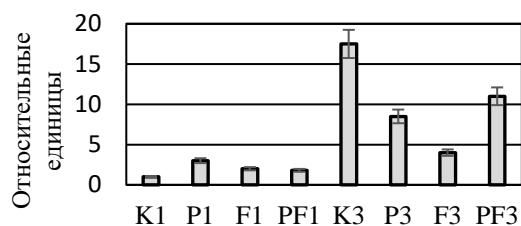


Рисунок 1 –Уровень экспрессии гена *PAL* в корнях ячменя

Примечание. Суточные растения: контроль без инокуляции – K1; инокуляция *P. fluorescens* 2137 – P1, *F. culmorum* – F1; двойная инокуляция – PF1. Трехсуточные растения: контроль без инокуляции – K3; инокуляция *P. fluorescens* 2137 – P3, *F. culmorum* – F3; двойная инокуляция – PF3.

Также выявлен высокий уровень экспрессии гена *PAL* в контрольных растениях ячменя, которые не были искусственно инфицированы микроорганизмами. Иммунофлуоресцентная микроскопия показала, что ячмень был, хотя и в очень незначительной степени, инфицирован грибом рода *Fusarium* (семенная инфекция), что при дальнейшем выращивании растений к восьмым суткам приводило к слабым симптомам фузариозной гнили корней. Видимо, присутствие гриба со сниженной агрессивностью, когда к третьим суткам его количество на корнях увеличилось, и вызвало такую сильную ответную реакцию в ячмене, которую не наблюдали в ответ на инфицирование ячменя используемым в наших исследованиях сильно агрессивным штаммом *F. culmorum* 30.

Таким образом, наше предположение, что именно фитопатоген, подвергшийся антагонистической атаке в ризосфере и колонизирующий корни в присутствии *P. fluorescens* 2137, будет индуцировать самый сильный защитный ответ в ячмене (связанный с экспрессией гена *PAL*), не получило своего подтверждения для суточных растений, но возможно имело место в трехсуточных корнях ячменя при двойной инокуляции *F. culmorum*, *P. fluorescens* 2137. Судя по имеющимся на данный момент данным, наиболее сильными индукторами защитного ответа являлись *P. fluorescens* 2137 и слабоагрессивный неидентифицированный гриб рода *Fusarium*, не удаленный с семян в результате стерилизации и колонизировавший контрольные растения ячменя.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-016-00111-а.

Литература

1. Струнникова О.К., Шахназарова В.Ю., Вишневецкая Н.А., Чеботарь В.К., Тихонович И.А. Взаимоотношения *Fusarium culmorum* и *Pseudomonas fluorescens* в ризосфере и ризоплане ячменя // Микология и фитопатология. 2008. Т.42. Вып. 1. С. 68–77.
2. Струнникова О. К., Вишневецкая Н. А., Тихонович И. А. Колонизация корней ячменя *Fusarium culmorum* и влияние *Pseudomonas fluorescens* на этот процесс // Микология и фитопатология. 2010. Т.44. Вып. 2. С. 160–168.
3. Лутова Л. А., Проворов Н. А., Тиходеев О. Н., Тихонович И. А., Ходжайова Л. Т., Шишкова С. О. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2000. 539 с.

UDC 579.264:582.288:632.4

Shaposhnikov A. I., Vishnevskaya N. A., Shakhnazarova V. Yu., Syrova D. S., Borodina E. V., Kovaleva O. N., Strunnikova O. K.

Activation of protective reactions in barley plants during colonization of roots with the phytopathogenic fungus *Fusarium culmorum* in the presence of *Pseudomonas fluorescens* 2137

Summary. The expression of the *PAL* gene, one of the host protection genes, in sterile barley plants and colonized *F. culmorum* and *P. fluorescens* 2137 were assessed. The obtained results indicate that strain 2137 may cause a more active protective response (1.5–2.1 fold) in barley than a phytopathogenic fungus.

Keywords: *Fusarium culmorum*, *Pseudomonas fluorescens*, plant-microbe interactions, root colonization, *PAL*.

Якубовская Алла Ивановна, Каменева Ирина Алексеевна, Дидович Светлана Витальевна, Смирнова Ирина Игоревна, Каширина Наталья Александровна, Ермолаева Марина Вячеславовна

**Влияние микробных препаратов на ферментативную активность растений
Thymus vulgaris L.**

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: yakubovskaya_alla@mail.ru

Эфиромасличные растения широко используют в парфюмерно-косметическом, фармацевтическом производствах, медицине, ветеринарии. Известно использование эфирных масел в растениеводстве для защиты растений от вредителей и болезней [1]. В последнее время исследователи особый интерес проявляют к тимьяну обыкновенному *Thymus vulgaris* L., эфирное масло которого имеет ценный состав [2]. С целью получения экологически чистого сырья, а также для сохранения почвенного плодородия при возделывании эфиромасличных культур, в том числе и *T. Vulgaris*, актуален поиск приемов повышения растительно-микробного взаимодействия путем интродукции эффективных штаммов ассоциативных бактерий с микробными препаратами и изучение биохимических процессов в макросимбионте [3–5].

Цель – исследовать влияние полифункциональных микробных препаратов на ферментативную активность растений *T. Vulgaris* в условиях предгорного Крыма.

В полевых опытах 2019 г. на черноземе южном (отдел эфиромасличных и лекарственных культур ФГБУН «НИИСХ Крыма», с. Крымская Роза, Белогорский район, Республика Крым) исследовали влияние препаратов «Биополицид» и «Цианобактериальный консорциум», разработанных в отделе сельскохозяйственной микробиологии, на активность оксидоредуктазных ферментов – каталаз и полифенолоксидаз в листьях *T. vulgaris*. Микробные препараты вносили как корневую подкормку однократно в фазу стеблевания растений в виде 1,5 % рабочего раствора с расходом 300 л/га. Размещение вариантов опыта – рендомизированное в трёхкратной повторности [6]. Агротехнология – общепринятая для выращивания тимьяна в условиях предгорного Крыма. Активность ферментов в листьях определяли в фазы: «начало цветения» (первый отбор), «массовое цветение» (второй отбор) и «завершение цветения» (третий отбор) по общепринятым методикам [7]. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы Statistica 6.

Результаты исследований показали, что применение данных микробных препаратов способствует повышению активности каталаз и полифенолоксидаз в листьях *T. vulgaris* в сравнении с контролем: в фазе «начало цветения» – на 148–295 % и 184–229 % соответственно. В фазе «массовое цветение» растений активность исследуемых ферментов также превышала показатель контроля на 34–35 % и 8–11 %. Данные, полученные по результатам третьего отбора, подтверждают тот факт, что с возрастом тканей растений активность ферментов закономерно снижается [8]. Однако применение препарата «Биополицид» способствовало повышению активности каталаза на 46 %, а применение «Цианобактериального консорциума» – активности полифенолоксидаз на 50 % по сравнению с контролем. Исследуемые ферменты являются составляющими антиоксидантной системы растений, а возрастание их активности свидетельствует о повышении стрессоустойчивости культуры.

Таким образом, в условиях предгорного Крыма по результатам первого года исследований показано, что корневая подкормка полифункциональными микробными препаратами «Биополицид» и «Цианобактериальный консорциум» повышает активность оксидоредуктазных ферментов растений *T. vulgaris* L.

Литература

1. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 18–40. DOI: 10.25637/TVAN2018.01.02.
2. Маланкина Е. Л., Карави Х. А., Дул В. Н., Козловская Л. Н. Варьирование количественного содержания и компонентного состава эфирного масла в сырье тимьяна обыкновенного (*Thymus vulgaris* L.) в зависимости от сорта и происхождения // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2018. № 2 (20). С. 27–33.
3. Анищенко И. Е., Кучерова С. В., Жигунов О. Ю. Тимьян – ценная пряно-ароматическая культура и ее применение // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 63–65.
4. Маланкина Е. Л., Еремеева Е. Н. Возможные аспекты комплексного изучения представителей рода Тимьян (*Thymus* L.) // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 37–39.
5. Паштецкий В. С., Невкрытая А. В., Мишнев Л. Г., Назаренко Н. В. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра. Симферополь: ИТ «Ариал», 2017. 24 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Практикум по микробиологии // Под ред. Нетрусова А.И. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 608 с.
8. Карасев В. Н., Карасева М. А., Серебрякова Н. Е., Абрамова Д. А. Активность каталазы как показатель жизненного состояния древесных растений в городских условиях // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2015. № 43. С. 88–90.

UDC 633.8:577.152.1

Yakubovskaya A. I., Kameneva I. A., Didovich S. V., Smirnova I. I., Kashirina N. A., Ermolaeva M. V.

Influence of microbial preparations on the enzymatic activity of *Thymus vulgaris* L.

Summary. Recently, special concern has been shown to common thyme (*Thymus vulgaris* L.), essential oil of which has a valuable ingredients and is of interest for different uses. The purpose of the research was to study the influence of polyfunctional microbial preparations on the enzymatic activity of *T. vulgaris*, which is grown under conditions of the foothill zone of the Crimea. In field experiments on southern Chernozem, we studied the influence of “Biopolycid” and “Cyanobacterium consortium” preparations on the activity of catalase and polyphenol oxidase enzymes in leaves of *T. vulgaris*. The microbial preparations were spread onto the top layer of the soil once at the stem-extension stage. In this case, their use promoted efficient plant-microbial interaction, i.e. induction of antioxidant enzyme activity, increasing stress resistance of plants. Thus, in the foothills of the Crimea, according to the results of the first year of research, it was proved that top-soil dressing with polyfunctional microbial preparations “Biopolycid” and “Cyanobacterium consortium” increased the enzymatic activity of *T. vulgaris* plants.

Keywords: *Thymus vulgaris* L., enzymatic activity, microbial preparations.

Мелиорация и управление водными ресурсами

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-120

УДК 631.67.03:502.65:556.5

Иванютин Николай Михайлович

Экологические проблемы реки Альма и пути их решения

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail:redkolya@mail.ru

Река Альма (длина – 87,8 км, площадь водосборного бассейна – 635 км², среднегоголетний расход воды – 1,25 м³/с) играет важную роль в водохозяйственном комплексе Республики Крым, который после перекрытия внешнего источника водных ресурсов использует только собственные.

Исследования проводили в 2018–2020 гг. при финансовой поддержке РФФИ в рамках конкурса «мол_а» проекта № 18-35-00077 «Изучение влияния антропогенной деятельности на экологическое состояние и качественные характеристики водных объектов Республики Крым, с использованием нескольких методов, на примере реки Альма». Главная цель работы – проведение геоэкологических исследований и изучение влияния деятельности человека на экологическое состояние р. Альма и ее основного притока р. Бодрак, с использованием нескольких взаимодополняющих друг друга методов: полевого (визуальное обследование водотока), лабораторного (проведение гидрохимического анализа проб воды), биологического (фитотестирование (выявление токсичности вод)), расчетно-аналитического (изучение пространственной трансформации качественного состава вод (от истока до устья)), Также проведено сравнение полученных гидрохимических показателей с ПДК и подсчета кратности их превышений, определение критерия загрязненности речной воды с помощью интегрального показателя индекса загрязнения вод (ИЗВ) с присвоение ей класса качества в каждом створе, пригодности водных ресурсов для целей ирригации по принятым в РФ и за рубежом методикам (почвенно-мелиоративная классификация, расчет коэффициента Стеблера, Итона, SAR, и др.) [1, 2]. Для достижения поставленных целей были проведены следующие исследования:

- натурные обследования водотока и водоохранной зоны с выбором створов наблюдений;
- отбор проб воды в выбранных створах и определение их химического состава (основные катионы, анионы, тяжелые металлы – Cu, Zn, Pb, Cd);
- расчет индекса загрязнения вод (ИЗВ);
- изучение токсичности вод с использованием метода биотестирования;
- изучение пригодности водных ресурсов для целей ирригации;
- заключение об экологическом состоянии бассейна реки и разработка первоочередных средозащитных мероприятий.

Совокупность использованных методов и подходов позволила оценить и охарактеризовать современное экологическое состояние экосистемы р. Альма как бедственное, находящееся на стадии перехода к необратимым изменениям [3].

Так с помощью метода полевого (визуального) обследования установлено, что на территории населенных пунктов экологическое состояние водотоков резко ухудшается, что выражено в замусоривании русла и водоохраной зоны строительными и пластиковыми отходами, несанкционированным сбросом сточных вод с частных домовладений, смыв ливневых вод с селитебных территорий и др.

Физико-химические методы позволили количественно определить компонентный состав воды и сделать вывод о его соответствии нормативным стандартам (нормам ПДК).

Расчёт ИЗВ, который используется в качестве информативной комплексной оценки, позволил выделить участки реки, подвергающиеся наибольшей антропогенной нагрузке.

Биологические методы (фитотестирование) позволили качественно оценить загрязненность воды, ее токсичность и охарактеризовать состояние экосистемы. В качестве тест-культур при проведении фитотестирования рекомендовано использовать семена пшеницы, кресс-салата, льна, так как они удовлетворяют техническим (точность измерения длины корней) и информативным (чувствительность к поллютантам, присутствующим в отобранных пробах воды) требованиям.

Использованный в работе комплексный подход позволил провести интегральную оценку пригодности водных ресурсов бассейна р. Альма для целей ирригации. В целом воды р. Альма пригодны для целей орошения без ограничений, однако в отдельных местах необходимо проведение доочистки, уменьшение жесткости при использовании капельного орошения, очистки от тяжелых металлов, улучшение качества очистки стоков на очистных сооружениях [4].

Использованная методика комплексного исследования позволила проанализировать пространственно временную изменчивость гидрохимических показателей, сформировать обобщенное представление о существующих тенденциях изменения состояния экосистем водных объектов, а также, применительно к ограниченно водообеспеченному региону, показать интегральную оценку уровня техногенной нагрузки.

Для улучшения экологического состояния бассейна реки Альма необходимо:

1. Увеличить количество точек наблюдений за качественными и количественными характеристиками стока р. Альма, для установления современного состояния водохозяйственной обстановки;
2. Создать единый центр сбора, хранения и анализа исходных данных (как первого элемента интегрированного управления водными ресурсами), так как сейчас за качественными, количественными характеристиками поверхностных и подземных вод, их использованием, сбросом стоков в бассейне реки, наблюдения осуществляют несколько различных организаций, взаимодействие между которыми крайне затруднено из-за бюрократических трудностей.
3. Выявить и устранить (возможно, с применением штрафных санкций) все незаконные факты изъятия водных ресурсов для целей орошения;
4. Картировать и постепенно ликвидировать стихийные свалки бытового и строительного мусора, а также несанкционированные сбросы хозяйственно-бытовых стоков;
5. Разработать и утвердить программу канализования сел, расположенных в бассейне реки, на основе внедрения современных, отечественных разработок очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, для уменьшения негативного влияния населенных пунктов на поверхностный и подземный сток;
6. Запретить сброс очищенных сточных вод с существующих очистных сооружений в реку. Необходимо их утилизировать на полях орошения, т. к. это не только влага для растений и питательные вещества, способствующие получению высоких урожаев, но и способ снижения негативного воздействия на гидросферу. Повторное использование стоков позволит создать орошаемые зоны и базы для развития животноводства (кормовые и технические культуры), садоводства и виноградарства, лесовосстановления (питомники), вблизи населенных пунктов;
7. При проведении комплексных экологических исследований водных объектов (строительство новых объектов, оценка возможности изъятия водных ресурсов для различных целей и др.) в обязательном порядке необходимо проводить гидробиологические работы [5], т. к. это поможет оценить экологическое состояние

водотока или водоема с точки зрения гидробиологической составляющей (изучение видового разнообразия, создание оптимальных условий обитания водной флоры и фауны), сформулировать необходимые рекомендации и сохранить «краснокнижные» виды, в том числе эндемичные для Крыма.

Каждый водопользователь, использующий воды р. Альма для орошения, должен постоянно проводить оценку их пригодности для ирригации, хотя бы по минимальному набору показателей (почвенно-мелиоративная классификация, величина жесткости), для того чтобы вовремя принимать решения по их доочистке.

Одним из важнейших элементов рационального использования и управления водохозяйственным комплексом является внедрение принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР). Это общемировая практика позволяет более эффективно распределять и экономить воду в засушливых регионах [6]. Также необходимо привлекать компьютерные технологии [7] и альтернативные источники водообеспечения (опреснение, очищенные сточные и коллекторно-дренажные воды) [8, 9].

Литература

1. Безднина С. Я. Экологические основы водопользования. М.: ВНИИА, 2005. 224 с.
2. Ndoye S., Fontaine C., Gaye C. B., Razack M. Groundwater quality and suitability for different uses in the Saloum area of Senegal // *Water (Switzerland)*. 2018. No. 10(12). P. 18–37.
3. Иванютин Н. М., Подвалова С. В. Изучение трансформации качества вод реки Альма под влиянием антропогенной деятельности // *Вода и экология: проблемы и решения*. 2018. № 4(76). С. 9–19.
4. Иванютин Н. М. Комплексная оценка пригодности вод реки Альма для целей ирригации // *Экология и строительство*. 2019. № 4. С. 23–33.
5. Прокопов Г. А. О необходимости проведения гидробиологических исследований при определении возможности хозяйственного использования вод внутренних водных объектов Крымского полуострова // *Материалы I Всероссийской междисциплинарной научно-практической конференции «Крымская инициатива – Экологическая безопасность регионов: концептуально-теоретические, практические, природоохранные и мировоззренческие аспекты»*. Симферополь: ООО «Эльиньо», 2017. С. 177–181.
6. Паштецкий В. С., Ляшевский В. И., Тарасенко В. С. Концепция программы интегрированного управления водными ресурсами в АР Крым // *Таврический вестник аграрной науки*. 2013. № 2. С. 5–11.
7. Дунаева Е. А., Попович В. Ф., Ляшевский В. И. Анализ динамики количественных и качественных характеристик водных ресурсов с использованием открытых ГИС и агрологических моделей // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2015. № 1(17). С. 127–141.
8. Волкова Н. Е., Захаров Р. Ю. Использование очищенных сточных вод в Крыму: опыт прошлого, реалии настоящего // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2017. № 3(27). С. 144–159.
9. Ляшевский В. И., Вердыш М. В., Кременской В. И. Изучение возможности использования очищенных сточных вод для орошения в Крыму // *Таврический вестник аграрной науки*. 2016. № 1(5). С. 111–119.

UDC 631.67.03:502.65:556.5

Ivanyutin N. M.

Environmental problems of the Alma river and ways to solve them

Summary. In 2018–2020, the impact of anthropogenic activities on the ecological state and qualitative characteristics of the waters of the Alma River and its main inflow the Bodrak River was studied using a set of complementary methods: field – visual survey of the watercourse; laboratory – hydrochemical analysis of water samples; biological – bioassay (determining of water toxicity); calculation and analytical – study of space-time transformation of water quality, determination of the water pollution index and irrigation coefficients. Combination of the used methods made it possible to provide a consolidated assessment of the current ecological status of the Alma River ecosystem and to characterize it as a crisis leading to the transition to irreversible changes.

Keywords: ecological state, anthropogenic pressure, bioassay, pollutants, test-objects, toxicity.

Сельскохозяйственное оборудование

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-121

УДК 631.316

Бабицкий Леонид Федорович, Куклин Владимир Алексеевич

Обоснование параметров устойчивого хода по глубине при вибрационном воздействии рабочего органа на почву

Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»
e-mail: kaf-meh@rambler.ru

В настоящее время в связи с возрастающими потребностями к энергообеспечению, особенно остро стоит вопрос снижения энергоемкости обработки почвы, с одновременным повышением качества выполнения технологических операций. Использование рабочих органов на пружинных стойках обеспечивает снижение энергоемкости крошения почвы за счет периодического накопления потенциальной энергии в фазе сжатия почвы и более эффективного ее использования в фазе скалывания. Особенностью работы упругих стоек является наличие вертикальных колебаний, величина которых может превышать допусковые по агротребованиям показатели неравномерности хода рабочего органа по глубине.

Цель исследований – обоснование параметров устойчивого хода по глубине вибрационных почвообрабатывающих рабочих органов на пружинных стойках.

В качестве рассматриваемой теоретической модели почвы использовали реологическую модель, представляющую собой упруго-вязкое тело Кельвина [1]. Решение полученных уравнений состояния модели производили методами дифференциального исчисления [2]. Окончательное выражение для расчета жесткости упругой стойки получено с использованием основных положений земледельческой механики [3].

Математическое выражение принятой реологической модели почвы (тело Кельвина) при общем сопротивлении G имеет вид:

$$G = F_y + N_B = \varepsilon_y E_y + \eta \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (1)$$

где F_y и N_B – соответственно упругое и вязкое сопротивление почвы;

ε_y, E_y – соответственно относительная деформация и модуль упругости почвы;

η – коэффициент вязкости почвы;

$\frac{d\varepsilon}{dt}$ – скорость деформации.

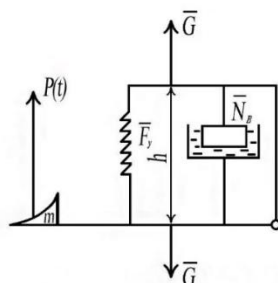


Рисунок – Схема к определению устойчивости движения по глубине рабочего органа в почве на основе реологической модели тела Кельвина

Решение уравнения (1) при начальных условиях $\varepsilon = 0$ и $t = 0$ имеет вид:

$$\varepsilon = \frac{G}{E_y} \left[1 - \exp\left(-\frac{E_y t}{\eta}\right) \right]. \quad (2)$$

Дифференциальное уравнение движения рабочего органа массой m в почве можно представить в виде:

$$m \frac{d^2(\Delta h)}{dt^2} + \eta \frac{d(\Delta h)}{dt} + k \cdot \Delta h = P(t), \quad (3)$$

где Δh – величина амплитуды отклонения глубины;

m – масса рабочего органа с присоединенной почвой;

$P(t)$ – действующее усилие, определяемое выражением:

$$P(t) = P_C^{\max} \cdot \cos \omega t.$$

где P_C^{\max} – амплитудное значение величины тягового сопротивления рабочего органа;

k – жесткость упругого элемента.

Приведем уравнение (3) к следующему виду:

$$\Delta \ddot{h} = -\frac{\eta}{m} \Delta \dot{h} - \frac{k}{m} \Delta h + \frac{P_C^{\max} \cdot \cos(\omega t)}{m}. \quad (4)$$

Решая данное уравнение с учетом начальных условий, и вводя ряд допущений, получено выражение для определения коэффициент жесткости пружинной стойки k :

$$k = \left(\frac{\Delta h_{\max} \cdot \eta^2}{P_C^{\max}} + m \right) \cdot \omega^2. \quad (5)$$

Частота колебаний тягового сопротивления ω зависит от рабочей скорости почвообрабатывающего орудия V_p и длины участка скалывания почвы $l_{СК}$ [4]:

$$\omega = \frac{2\pi V_p}{l_{СК}}, \quad (6)$$

где V_p – скорость перемещения рабочего органа в почве.

С учетом зависимости для оценки длины участка скалывания $l_{СК} = h \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$ [5] и формулы (6) преобразуем выражение (5) к следующему виду:

$$k = \frac{4\pi^2 V_p^2}{h^2 \cdot \operatorname{tg}^2(\alpha + \varphi)} \cdot \left(\frac{\Delta h_{\max} \cdot \eta^2}{P_C^{\max}} + m \right), \quad (7)$$

где α – угол рыхления;

φ – угол внутреннего трения почвы;

h – установленная глубина хода рабочего органа.

В соответствии с предложенной реологической моделью почвы обоснована жесткость k пружинной стойки почвообрабатывающего рабочего органа (формула (7)).

Полученное выражение включает в себя агротехнологические и конструктивные параметры, а также физико-механические свойства почвы.

Литература

1. Рейнер М. Реология. М.: Наука, 1965. 224 с.
2. Марон И. А. Дифференциальное и интегральное исчисление в примерах и задачах. Функции одной переменной. М.: Наука, 2005. 400 с.
3. Василенко П. М. Введение в земледельческую механику. К.: Сельхозобразование, 1996. 252 с.
4. Горячкин В. П. Собрание сочинений. Т. 3. Изд. 2-е. М.: Колос, 1968. 384 с.
5. Дубровский А. А. Вибрационная техника в сельском хозяйстве. М.: Машиностроение, 1968. 126 с.

UDC 631.316

Babitsky L. F., Kuklin V. A.

Justification of the parameters of the stable course in depth at vibration exposure of the working body to the soil

Summary. The aim of the research is to substantiate the parameters of the stable stroke along the depth of the vibrating tillage working bodies on spring struts. The article proposes an elastic-viscous rheological model of the soil and provides a theoretical justification for the parameters of the stable course along the depth of the vibrating working bodies on spring struts. The resulting expression includes agrotechnological and structural parameters, as well as physical and mechanical properties of the soil.

Keywords: tillage, spring strut, vibration, stability, depth of cultivation.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-122

УДК 631.314:612

Соболевский Иван Витальевич

Бионическое обоснование параметров ассиметричных плоскорежущих рабочих органов машин для поверхностной обработки почвы

Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
e-mail: sobolevskii-ivan@mail.ru

Для минимальной технологии возделывания зерновых культур, удовлетворяющей предъявляемым агротехническим требованиям поверхностной и средней обработки почвы, применимы стерневые плоскорежущие рабочие органы культиваторов-плоскорезов [1].

Однако, как показывает анализ существующих конструкций плоскорежущих рабочих органов почвообрабатывающих машин, имеющиеся теоретические разработки для их обоснования, в основном были направлены на изучение деформации почвы без учета их формы лезвия и крутильных колебаний, влияющих на устойчивость хода. Решение задач по совершенствованию форм плоскорежущих рабочих органов предлагается на основе применения механико-бионического подхода, позволяющего аналитически описать геометрическую форму их лезвия и рациональные значения колебаний в горизонтальной плоскости.

Цель исследований – разработка теоретических предпосылок к бионическому обоснованию параметров ассиметричных плоскорежущих рабочих органов машин для поверхностной обработки почвы.

Ведущим методом исследования является моделирование в бионике на основе биосистемного подхода. В качестве материала применяли естественную модель биологического прототипа жука-навозника обыкновенного (*Geotrupesster corarius*) и физическую модель плоскорежущего рабочего органа для совместных сравнительных исследований живых систем и машин.

Существующие плоскорежущие рабочие органы для выполнения поверхностной обработки почвы на глубину 8–16 см являются симметричными. Для стабилизации их хода по глубине и снижения крутильных колебаний, применяли полевые доски. Сила трения, что возникает между полевой доской и стенкой борозды, составляет 15–25 % от общего баланса тягового сопротивления. Это значительные затраты энергии, которые необходимо направить на дополнительное крошение почвы.

Поисковые исследования показали, что особого внимания заслуживают роющие конечности биологического прототипа жука-навозника обыкновенного. Между зубьями, расположенными на роющих конечностях жука, имеются впадины. Форма впадины между смежными зубьями имеет форму логарифмической кривой,

описываемой функцией $f(x)$. В логарифмическую спираль, с учётом её «золотого сечения», можно вписать прямоугольные треугольники Кеплера ΔABC (рисунок 1а). Особенность прямоугольного треугольника заключается в том, что длины его сторон составляют геометрическую прогрессию, соответствующую золотому сечению $\Phi=1,618$ [2]. Если из прямого угла основания двух катетов провести биссектрису BO , то она разделит гипотенузу на отрезки определённой длины b_1 и b_2 . Как показали измерения соотношения длин большего $OC = b_2$ отрезка к малому $AO = b_1$, их размерность находится в диапазоне 2,1–2,9. Данные исследований согласуются с измерениями Дурдыева А. Н., в которых автор определил соотношения этих отрезков у ассиметричного плоскорежущего почвообрабатывающего орудия по правому более удлиненному лемеху и левому, более укороченному лемеху в соотношении 2,7–3,3 [3].

На основании данных бионических исследований построена аппроксимация проекции ассиметричного плоскорежущего рабочего органа машины для поверхностной обработки почвы (рисунок 1б).

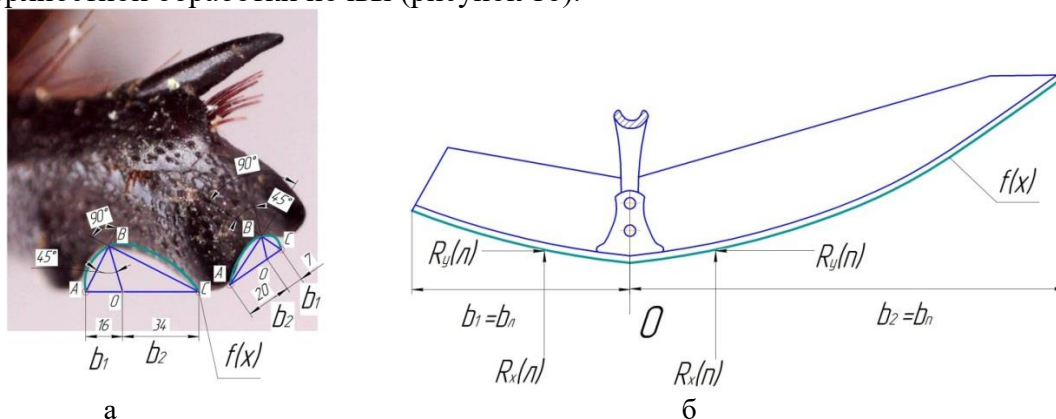


Рисунок 1 – Аппроксимация роющей конечности жука-навозника обыкновенного (*Geotrupesster corarius*)

Примечание. а) вид роющей конечности со встроенными в логарифмическую кривую прямоугольными треугольниками Кеплера; б) проекция ассиметричного плоскорежущего рабочего органа машины для поверхностной обработки почвы

С учетом такого расположения рабочих органов, возникающие затраты энергии на деформацию пласта почвы у ножей будут разные, что обязательно вызовет значительные крутильные колебания.

На основании условия равенства боковых составляющих, воздействующих на плоскорежущие ножи ассиметричного рабочего органа, получено математическое выражение, характеризующее рациональные значения соотношений ширин захватов левого b_l и правого b_n плоскорежущих ножей, создающих условия устойчивого хода в горизонтальной плоскости с учётом свойств обрабатываемой почвы, формы режущей кромки ножей и их глубины обработки:

$$b_l = \frac{K_l \cdot (b_n + \Delta l - 2h \cdot t \cdot f(x) \cdot K_n \cdot K_{бок})}{K_n + K_l}, \quad (1)$$

где K_l и K_n – коэффициенты концентрации напряжений в левом и правом плоскорежущих ножах;

Δl – расстояние от боковой кромки правого плоскорежущего ножа до следа впереди идущей стойки ($\Delta l = 0-50$ мм);

h – глубина рыхления почвы;

t – функция, зависящая от углов отрыва пласта в разных плоскостях;

$f(x)$ – функция лобовой поверхности ассиметричного плоскорежущего рабочего органа, описываемая уравнением логарифмической кривой вида [4]:

$$f(x) = \nu \cdot P_{кр} \left\{ (x+b) \cdot [\ln|x+b|+1] - (x-b) \cdot [\ln|x-b|-1] \right\}, \quad (2)$$

где b – полуширина расстояния впадины между зубьями роющей конечности, характеризующаяся отрезком $AC/2$;

$P_{кр}$ – критическое давление на почву;

ν – деформационный показатель.

$K_{бок}$ – коэффициент пропорциональности толщины отделяемого элемента пласта и глубины обработки ($K_{бок} = 0,7 \dots 0,87$).

В соответствии с биосистемным подходом, а также на основании усовершенствованной в результате теоретических исследований формы ассиметричного плоскорежущего рабочего органа для поверхностной обработки почвы на глубину до 16 см, рациональное соотношение ширины захвата левого b_l и правого b_r плоскорежущих ножей находится в пределах 2,1–2,7. Такое соотношение обеспечит устойчивость хода, как по глубине, так и рациональный диапазон крутильных колебаний в горизонтальной плоскости, с наилучшими агротехническими показателями.

Литература

1. Бабицкий Л. Ф., Соболевский И. В., Куклин В. А. Теоретические предпосылки к бионическому обоснованию параметров рабочих органов стернового культиватора // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 2. С. 183–191.
2. Треугольник Кеплера [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Треугольник_Кеплера (дата обращения: 03.03.2020).
3. Дурдыев А. Н. Обоснование оптимальных параметров ассиметричного плоскорежущего рабочего органа для основной обработки почвы. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Челябинск, 1995. 20 с.
4. Бабицкий Л. Ф., Москалевич В. Ю., Соболевский И. В. Основы бионических исследований: учебник. Симферополь: ЧП «Антиква», 2014. 328 с.

UDC 631.314:612

Sobolevsky I. V.

Bionic substantiation of parameters of asymmetric plane-cutting working bodies of machines for surface tillage

Summary. The article reveals a biosystems approach to substantiating the theoretical assumptions of the design parameters of asymmetric plane-cutting working bodies of machines for surface tillage, with the widths of the left and right plane-cutting knives, creating conditions for stable running in the horizontal plane, taking into account the properties of the treated soil, the shape of the cutting edge of the knives and their depth processing. As a result of theoretical studies, the shape of the asymmetric planar cutting tool for surface tillage to a depth of 16 cm, the rational ratio of the working width of the left and right plane cutting knives, ensuring stability along the depth and in the horizontal plane, with the best agrotechnical indicators, is within 2.1– 2.7.

Keywords: bionics, dung beetle, asymmetric working body, cultivation, logarithmic spiral, Kepler's triangle.

Информационные технологии в агропромышленном комплексе

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-123-1

УДК 332.36

Барботкина Екатерина Сергеевна, Дунаева Елизавета Андреевна

Оценка состояния агроэкосистем с использованием цифровых технологий

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: k.golovastova96@mail.ru

Учет экосистемных требований реализуется через формирование интегрального показателя на основании агрегированных оценок состояния экономики, социальной сферы и экологии территории. В качестве исходных оценочных параметров использованы данные дистанционного зондирования Земли, а также статистические данные по районам и сельским поселениям (с/п) Крыма [1].

В качестве пилот-территорий выбраны Джанкойский, Красногвардейский и Сакский муниципальные районы Республики Крым. На первоначальном этапе исследований в программном обеспечении с открытым исходным кодом Quantum GIS 2.18 созданы векторные слои информации в формате *.shp, такие как границы районов и границы сельских поселений. Для анализа состояния агроэкосистем созданы следующие точечные shape-файлы с соответствующими базами данных (БД): автозаправочные станции; фельдшерско-акушерские пункты и больницы; школы; спортивные сооружения; карьеры; канализационно-очистные сооружения; промышленные объекты; полигоны твердых коммунальных отходов.

Далее, данные по всем вышеперечисленным слоям были объединены в общую БД по каждому району – Джанкойский (Dzhankoy_SP.shp), Красногвардейский (Krasnogvard_SP.shp), Сакский (Saki_SP.shp).

Кроме вышеупомянутой информации в сводную БД по с/п конкретного района внесены такие показатели как площадь; количество населения; плотность населения; значения средних уклонов местности; почвы; количество автомобилей; одиночное протяжение уличной водопроводной сети; одиночное протяжение уличной газовой сети; количество вывезенных за год твердых и жидких бытовых отходов; доля протяженности автодорог общего пользования местного значения, не отвечающих нормативным требованиям; инвестиции в основной капитал, общая площадь жилых помещений (таблица).

Таблица – Структура базы данных сельских поселений

№ п/п	Наименование поля	Тип поля	Знаков/десят.	Описание	Источник информации
1	2	3	4	5	6
1	name	Текст	15	название муниципального образования	статистическая информация
2	uklony_mean	Числ.	2/15	значение среднего уклона местности, град	цифровая модель рельефа SRTM – расчет в QGIS
3	soil	Текст	50	название господствующей почвы	почвенная карта
4	area_km ²	Числ.	11/2	площадь, км ²	статистическая информация

16	investizii	Числ.	5/2	инвестиции в основной капитал, тыс. руб./чел.	статистическая информация
17	pomecheni	Числ.	4/2	общая площадь жилых помещений, тыс. м ² /1000 чел. населения	статистическая информация
18	vodoprovod	Числ.	7/2	одиночное протяжение уличной водопроводной сети, м	статистическая информация
19	gaz	Числ.	7/2	одиночное протяжение уличной газовой сети, м	статистическая информация
20	vivezeno	Числ.	4/2	вывезено за год твердых и жидких бытовых отходов, м ³ /чел	статистическая информация

В целях визуализации данные показатели будут внесены в картографическое веб-приложение NextGIS. Для последующих расчетов приведенные данные будут сгруппированы в три блока: экономический, экологический и социальный. На рисунке 1 представлен один из вариантов оценки состояния агроэкосистем: классификация с/п по количеству вывезенных твердых и жидких бытовых отходов на территории исследуемых районов ($\text{м}^3/\text{чел}$) за 2019 год (слой Dzhankoy_vivezeno_othodov.shp; Krasnogvardeysky_vivezeno_othodov.shp; Saky_vivezeno_othodov.shp), что позволяет визуализировать состояние и в дальнейшем выйти на сопоставимые интегральные показатели от уровня сельского поселения до уровня региона.

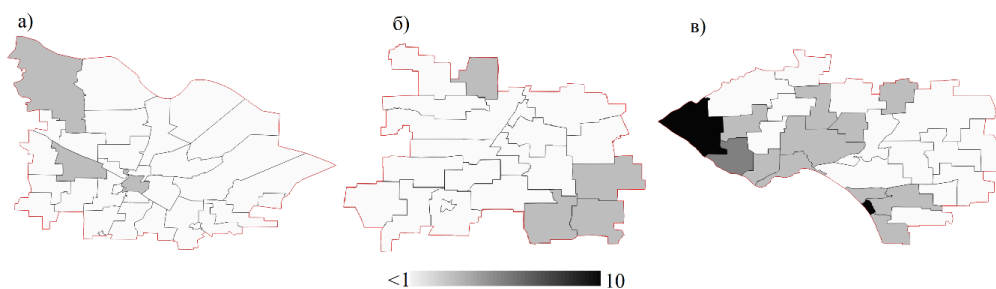


Рисунок 1 – Количество вывезенных твердых и жидких бытовых отходов ($\text{м}^3/\text{чел.}$) в Джанкойском (а), Красногвардейском (б) и Сакском (в) районах

Пример заполнения сводной базы данных в таблице атрибутов слоя Dzhankoy_SP.shp продемонстрирован на рисунке 2.

NAME	UKLONV_MEA	SOIL	AREA_KM2_	POPULATION	PLOTNOST_	BOL_NITSY	SHKOLY	STADI
Новокрыжское сельское поселение	0.462	тенно-каштано...	78.86	1529	19.39	0	1	
Масловское сельское поселение	0.450	тенно-каштано...	70.94	3018	42.54	2	1	
Целинное сельское поселение	0.593	лугово-каштано...	283.42	1339	4.72	1	1	
Яснополяное сельское поселение	0.557	солонцы+лугов...	209.52	824	3.93	0	1	
Пахаревское сельское поселение	0.395	лугово-каштано...	35.54	1357	38.18	0	1	

Рисунок 2 – База данных по с/п на примере Джанкойского района

Полученные данные используются для расчета интегральных показателей с применением новых подходов, которые характеризуют состояние сельских территорий в современных условиях, а также способствуют выявлению и дифференциации положительных и отрицательных тенденций развития и возможности адаптации территорий к изменению условий хозяйственной деятельности для их задействования в задачах стратегического планирования.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://crimea.old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/crimea/ru/ (дата обращения 07.09.2020).

UDC 332.36

Barbotkina E. S., Dunaieva Ie. A.

Assessment of the state of agroecosystems using digital technologies

Summary. The aim of the work is to form a database of economic, social and environmental characteristics of rural settlements for further use in calculating integral indicators using new approaches that will characterize the state of rural areas in modern conditions.

Keywords: integral indicators, database.

Гулянов Юрий Александрович

К вопросу о корреляции вегетационного индекса (NDVI) и фитометрических параметров в разновозрастных посевах полевых культур

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО РАН) – обособленное структурное подразделение ФГБУН «Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»
e-mail: iury.gulyanov@yandex.ru

Мониторинг сельскохозяйственных культур из космоса представляет повышенный научный интерес ещё с последней четверти прошлого столетия [1]. К сегодняшнему дню спутниковые данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) уже достаточно широко используют для принятия управленческих решений по экологической оптимизации агроприёмов в интеллектуальных цифровых технологиях. Перспективность их использования для подобных целей отмечена многими исследователями в различных географических зонах [2, 3]. Как известно, одним из наиболее часто используемых оценочных параметров сельскохозяйственных посевов является вегетационный индекс (NDVI) [4]. Его главным преимуществом является тесная связь с фитометрическими параметрами посевов, степенью развития вегетативной массы и насыщенностью зелёного окрашивания [5]. В тоже время, спектральные свойства полевых культур, положенные в основу его определения, характеризуются широкой изменчивостью. Они заметно меняются по регионам с различающимися природными и агроклиматическими условиями, а также обладают внутривидовой, видовой и сортовой специфичностью. В дополнение к этому, произрастающая в агроценозах растительность интенсивно меняет своё состояние и спектральные свойства по ходу вегетации, меняя облиственность и окраску. В этой связи, детальное изучение видовых (сортовых) спектральных характеристик полевых культур по фазам вегетации в конкретной зоне возделывания представляет особую актуальность для достоверной интерпретации спутниковых снимков, корректной оценки состояния растений и разработки агрономически обоснованной стратегии управления посевами экологоориентированными агротехническими средствами.

Основная цель представленных исследований заключалась в выявлении характера связи индекса NDVI и площади ассимиляционной поверхности посевов яровой пшеницы в процессе вегетации и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов. Полевые эксперименты проводили в центральной почвенно-климатической зоне Оренбургской области на чернозёме южном среднесуглинистом с мощностью гумусового горизонта 50–52 см, содержанием гумуса – 4,0–4,1 %, реакцией почвенного раствора (pH) 7,6, содержанием подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) в пахотном слое почвы – 2,7 и 30,0 мг/100 г почвы соответственно. В качестве объекта исследований использовали районированный сорт яровой мягкой пшеницы Фаворит (разновидность *Lutescens*). Закладку полевых и лабораторных опытов, сопутствующие наблюдения и учёты осуществляли по общепринятым методикам [6]. Определение индекса NDVI проводили портативным устройством Green Seeker Handheld Crop Sensor, Model HCS – 100 с активным оптическим датчиком.

По результатам пяти вегетационных обследований посевов яровой пшеницы нами был получен обширный массив данных пространственного распределения индекса NDVI и площади ассимиляционной поверхности и их динамики в течение вегетации. Как и в исследованиях с озимой пшеницей [4], в посевах яровой пшеницы также не выявлено синхронности изменений площади ассимиляционной поверхности и индекса (NDVI) в течение вегетации. На наш взгляд, это указывает на необходимость введения расчётных коэффициентов для перехода от индекса NDVI,

определённого на основе ДДЗ, к площади ассимиляционной поверхности в конкретную фазу, как основному показателю, характеризующему фотосинтетический потенциал посева и служащему критерием для корректировки агротехнологий по ходу вегетации (таблица).

Таблица – Пространственное и временное распределение индекса NDVI и площади ассимиляционной поверхности посева яровой пшеницы, средние данные за 2017–2019 гг.

Фаза развития	Вегетационный индекс посева (NDVI)	Площадь ассимиляционной поверхности, м ² /га	Расчётный коэффициент
Кущение	0,49	13852	282,7
Выход в трубку	0,59	19570	331,7
Колошение	0,62	25176	406,1
Завершение цветения	0,56	21487	383,7
Налив и созревание зерна	0,36	12106	336,2
Коэффициент корреляции (r)	0,904		

Анализ значений индекса NDVI, полученных при наземном сканировании вегетативной массы и площади ассимиляционной поверхности по фазам развития яровой пшеницы, сильно связанных между собой, подтвердил данное предположение. Установлено, что темпы нарастания площади ассимиляционной поверхности посева значительно опережают увеличение индекса NDVI по ходу вегетации. Наименьшая площадь ассимиляционной поверхности (282,7 м²/га), соответствующая 0,01 единиц индекса NDVI (расчётный коэффициент) наблюдается в фазу кущения. В период от выхода в трубку до завершения цветения она достигает максимальных значений – 331,7–406,1–383,7 м²/га (выше в 1,20–1,47–1,39 раза), а при наливе и созревании зерна понижается до 336,2 м²/га, оставаясь выше начальных значений в 1,19 раза. Полученные данные можно использовать для интерпретации ДДЗ разновозрастных посевов яровой пшеницы применительно к зональным условиям степной зоны Оренбургского Предуралья и принятия корректных технологических решений.

Статья подготовлена по теме НИР Института степи УрО РАН: «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды», № ГР АААА-А17-117012610022-5.

Литература

1. Wall L., Larocque D., Leger R. M. The early explanatory power of NDVI in crop yield modeling // International Journal of Remote Sensing. 2007. No. 29. P. 2211–2225.
2. Becker-Reshef I., Vermote E., Lindeman M., Justice C. A generalized regression-based model for forecasting winter wheat yields in Kansas and Ukraine using MODIS data // Remote Sensing of Environment. 2010. Vol. 114. No. 6. P. 1312–1323. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.plantstress.com/-Methods/-Greenseeker.PDF> (дата обращения 27.06.2019).
3. Prasad A. K., Chai L., Singh R. P., Kafatos M. Crop yield estimation model for Iowa using remote sensing and surface parameters // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2006. No. 8. P. 26–33.
4. Гулянов Ю. А. Мониторинг фитометрических параметров с использованием инновационных методов сканирования посевов // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 3(19). С. 64–76. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-64-76.
5. Гулянов Ю. А., Чибилёв А. А. Перспективы интеграции «цифрового землепользования» в ландшафтно-адаптивное земледелие степной зоны // Проблемы региональной экологии. 2019. № 2. С. 32–37. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-12032.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

UDC 574.42:631/635:502/504

Gulyanov Yu. A.

Correlation of the vegetation index (NDVI) and phytometric parameters at different stages of field crops development

Summary. The main goal of our research was to identify the relationship between the normalized difference vegetation index (NDVI) and the area of assimilation surface (AS) of spring wheat crops during the growing season, as well as to develop practical application of the findings. Throughout the growing season, the area of assimilation surface of *T. aestivum* increases much faster than the vegetation index NDVI. The smallest AS (282.7 m²/ha), which corresponded to 0.01 units of the NDVI (calculated factor) was observed during the tillering stage. It reaches its maximum values – 331.7–406.1–383.7 m²/ha (1.20–1.47–1.39 times higher) from stem elongation to the end of flowering. During the grain filling and maturation, these values decrease to 336.2 m²/ha but still are 1.19 times higher than the initial ones.

Keywords: vegetation index (NDVI), digital agriculture.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-124

УДК 631.58:551.5

Михайленко Илья Михайлович, Малыгин Виталий Дмитриевич

Управление агротехнологиями в реальном времени

ФГНБУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

e-mail: ilya.mihailenko@yandex.ru

В работе [1] представлена общая концепция управления агротехнологиями, согласно которой общая задача управления включает в себя четыре уровня задач, решаемых в разные масштабы времени. На верхнем 1-ом уровне решается задача управления севооборотами в годовом масштабе времени; на 2-м уровне, реализуемом в суточном масштабе времени на одном интервале вегетации, решается задача программного управления; задачи 3-го и 4-го уровней реализуются в реальном времени. Программное управление представляет собой последовательность технологических операций, выполняемых в течение всего вегетационного периода, как правило в моменты смены наиболее характерных фенологических фаз [2]. В состав этих операций входит внесение минеральных удобрений, регуляторов роста и поливы посевов культур. Параметры этих операций определяются для средних многолетних значений климатических условий и параметров используемых математических моделей, полученных по экспериментальным данным предшествующего сельскохозяйственного сезона. В силу стохастической природы климатические условия всегда не соответствуют средним многолетним значениям, а параметры математических моделей возмущаются за счет изменений физических и химических параметров растений и почвенной среды. Управление в реальном времени, как раз и призвано компенсировать все вышеуказанные возмущения и неопределенности. Более строго его задачами являются:

- уточнение оптимальных программ управления при обнаружении факта существенного отклонения климатических условий от расчетных значений, по которым синтезировался текущий вариант оптимальной программы управления;
- уточнение оптимальных программ управления при обнаружении факта существенного отклонения параметров используемых математических моделей;
- реализация во времени технологических операций по факту наступления фенологических фаз;
- коррекция параметров технологических операций, в связи с пространственной неоднородностью параметров состояния посевов и почвенной среды.

Целью доклада является представление общей теории управления агротехнологией в реальном времени, включающей в себя структуру системы управления, модели и алгоритмы, направленные на решение приведенных выше задач.

Уточнение оптимальных программ управления по фактам существенного отклонения климатических условий от расчетных значений, а также при отклонениях параметров используемых математических моделей осуществляется путем оценивания вариаций критерия оптимальности программного управления и сравнения их с заданными пороговыми значениями. При этом в силу сложной двухэтапной задачи синтеза оптимальных программ управления выделение вариаций критерия оптимальности осуществляется численной процедурой путем многократного решения задачи программного управления для различных условий.

В исходных оптимальных программах управления моменты времени выполнения технологических операций связаны с моментами смены наиболее характерных фенофаз, которые принимаются равными средним многолетним значениям для конкретных культур и их сортов, представляющим собой временные шкалы [2]. В силу зависимости времени и скорости наступления фенофаз от климатических условий, реальные моменты наступления фенофаз, как и длительность межфазных периодов, могут не совпадать с расчетными значениями, что приводит к дополнительным потерям оптимальности управляющих программ. Эта ситуация может быть исправлена в случае обнаружения моментов фактического наступления фенофаз, что может быть реализовано по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В связи с тем, что смена фенофаз на отдельных растениях посева происходит не одновременно, то общий переход на следующую фенофазу занимает определенное время, до момента времени, когда число растений сменивших фенофазу превышает 70%. Такому порогу соответствует определенное сочетание параметров отражения на всех используемых спектральных каналах. Такое сочетание отражается в параметрах алгоритмов распознавания фенофаз [3].

Процедура пространственной коррекции параметров технологических операций в оптимальных программах управления осуществляется с учетом реального состояния посевов и почвенной среды и может быть представлена в следующем виде

$$U_i(t, x, y) = V_i^*(t) + B_i^T(X_i^*(t) - \hat{X}_i(t, x, y)) - \hat{V}_i(t, x, y),$$

где: $V^*(t)$ – средний по площади поля вектор технологических воздействий (операций), представляющий откорректированную в реальном времени программу управления; $X^*(t)$ – средняя по площади поля оптимальная программа развития вектора параметров состояния посева, соответствующая оптимальной программе управления;

$\hat{X}(t, x, y)$ – оценка вектора параметров состояния посева в момент проведения технологических операций, $\hat{V}(t, x, y)$ – оценка векторов параметров состояния почвенной среды в момент проведения технологических операций, B_i – матрицы корректирующих регуляторов технологических операций; x, y – пространственные координаты элементарного участка, на котором реализуются технологические воздействия, i – индекс фенофазы.

Как видно из выражения (1), локальное управление на отдельном элементарном участке (площадью 1,5–2,0 м²) скалывается из трех компонентов. Первый, одинаковый по всей площади – это оптимальная программа; второй компонент – коррекция по оценке реального состояния параметров посева; третья компонента – коррекция по реальному содержанию питательных элементов и влагозапаса почвы.

Для реализации такого 3-х-компонентного управления необходимы параметры корректирующих регуляторов B_i . Для построения матриц этих параметров необходимо

многократное решение задачи программного управления с различными значениями векторов параметров состояния посевов на фенофазах, на которых осуществляется программное управление. По вариациям этих векторов и вариациям параметров технологических операций осуществляется оценивание параметров матриц B_i .

Управление агротехнологиями в реальном времени предназначено для реализации и коррекции оптимальных программ управления, сформированных перед началом периода вегетации сельскохозяйственных культур. Коррекция программ связана с фактическими изменениями метеофакторов и параметров используемых математических моделей, по сравнению с исходными, для которых формировались оптимальные программы. Кроме того, на уровне управления в реальном времени осуществляется пространственная коррекция параметров технологий по реальному состоянию параметров посева и почвенной среды, оцениваемому по данным дистанционного зондирования Земли.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-016-00008).

Литература

1. Михайленко И. М. Теоретические основы и техническая реализация управления агротехнологиями. СПб.: Изд. СПбГТУ, 2017. 250 с.
2. Михайленко И. М., Тимошин В. Н. Программное управление посевами яровой пшеницы с учетом фенофаз // Евразийский журнал. 2019. № 8 (65). Ч. 4. С.12–18.
3. Михайленко И.М., Воронков И.В. Методы обнаружения сорняков, болезней и вредителей растений по данным дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 3. С. 122–133.

UDC 631.58:551.5

Mikhailenko I. M., Malygin V. D.

Real-time agricultural technology management

Summary. In this paper, we consider the task of real-time control of agricultural technologies, using which the optimal control programs are refined by the fact that the real values of the meteorological parameters deviate from the calculated values; disturbances in the parameters of all the mathematical models used are compensated. The most important real-time control function is the spatial correction of control programs according to the actual state of crops and soil environment estimated according to the data of remote sensing of the Earth.

Keywords: precision farming, agricultural technology management, control concept, remote sensing of the Earth.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-150

УДК 338.43

Попович Валентина Владимировна

Статистическая оценка уровня состояния и развития сельхозтерриторий Республики Крым

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: valentina_v_p@mail.ru

Сельское хозяйство является ведущей отраслью агропромышленного комплекса Республики Крым. Устойчивое развитие сельскохозяйственных территорий является важной задачей обеспечения продовольственной безопасности страны, а также обеспечения качественной сельхозпродукцией не только жителей Крыма, но и многочисленных отдыхающих. Поэтому анализ уровня состояния агрокомплекса Республики и возможности его развития являются необходимой задачей, которую решает статистика сельского хозяйства. Основные направления статистики сельского хозяйства сбор, обработка и анализ статистических данных, характеризующих состояние сельского хозяйства, что позволяет выделить

возникающие проблемы и наметить пути их решения. Кроме того, эти данные используются для составления годовых и перспективных планов сельскохозяйственного производства, позволяющих решать поставленные экономические задачи, а также повысить уровень жизни сельхозпроизводителей. Для этих целей используются официальные статистические данные управления Федеральной службы статистики, данные управления федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и городу Севастополю, данные Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и др. [1].

Важной задачей является обеспечение устойчивого развития сельхозтерриторий, анализ и оценка которого также осуществляется с использованием экономических, социальных и экологических показателей, интеграция которых позволяет найти пути решения таких вопросов как: обеспечение экономического роста, социальное развитие, эффективное решение проблем охраны окружающей среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов [2]. Пример использования такой информации приведен в таблице [3].

Таблица – Индикаторы устойчивого развития муниципальных районов Крыма

	Индикатор устойчивого развития	Джанкойский район				Красногвардейский район				Сакский район			
		2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019
Экономические	Прибыль, млн руб.	1,5	44	42,6	56,9	489	241	414	1673	46,1	91,1	-	57
	Уд. вес прир. орг. (%)	33	71	100	50	40	80	-	67	60	100	-	78
	Посев. пл., га/1000 чел.	975	1059	1072	1328	1110	1168	1155	1140	692	983	1110	1050
	Произ-во зерна, тыс. ц	884	1279	798	1777	1802	1953	728	2052	1273	1437	834	1322
	Произ-во молока, тыс. т	22,3	20	15,6	19,2	19,2	17	13,5	17,2	20,2	18,8	12,6	9,5
	Среднемесячная зарплата в с/х, долл.	278	253	259	252	316	350	441	466	336	364	356	386
	Инвестиции в основной капитал на 1 чел., дол	15,4	11,5	18,8	14,4	86	159	125	166	10,6	64	26,5	11,1
Социальные	Коэф-т рожд-ти, на 1000 чел. нас.	12,1	8,9	6	9	13,2	10	11,1	9	11,2	9,1	9,4	7,9
	Уд. вес пенсионеров, %	33,4	32,9	26,7	32,5	30	30	26,8	30,3	27,6	28,4	28,4	27,3
	Ввод жилья, на 1 ч, м ²	0,02	0,04	0	0,06	0,01	0,1	0,1	0,07	0,07	0,5	0,3	0,8
	Лечебные орг-ции, ед.	79	79	79	79	66	72	67	71	40	64	64	64
	Учрежд-я образ-ия, ед.	40	33	33	34	32	31	30	30	36	36	34	27
Экологическое	Текущ. затр. на охрану окр. среды, млн руб.	0,2	-	-	0,21	34,3	41,7	77,6	84,6	0,6	37,1	27,1	31,2
	Загрязн. атмосферы вещ-ва, всего, тыс. т	0,56	0,21	0,28	0,38	1,5	1,37	1,26	0,84	0,18	0,47	0,47	0,22
	Экологич. нагрузка на терр-ю, кг/га	2,1	0,8	1,06	1,42	8,4	7,7	7,1	4,8	0,8	2,1	2,06	1,0
	Экологич. нагрузка на население, кг/чел.	8,4	3,2	4,3	5,5	17,6	16,1	14,8	10,0	2,3	6,2	6,1	2,9

Данная таблица представляет отдельные показатели по трем направлениям развития по трем регионам Республики Крым за ряд лет, что дает возможность проследить их динамику и провести анализ дальнейшего развития и выбрать направления, которые необходимо развивать в первую очередь.

Литература

1. Матушевская Е.А., Очередникова О.С. Диагностика состояния и тенденции развития сельского хозяйства Российской Федерации: региональный аспект // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т. 5. № 1. С. 89–97.
2. Растопчина Ю.Л., Ковалева Е.И. Индикаторы устойчивого развития как инструмент оценки развития сельского хозяйства и сельских территорий, // Молодой ученый. 2012. № 11 (46). С. 195-197. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/46/5748/> (дата обращения: 15.07.2020).
3. Официальная статистика ФСГС по Республике Крым [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://crimea.gks.ru> (дата обращения 19.06.2020).

UDC 338.43

Popovich V. V.

Statistical assessment of state and development level of agricultural territories of the Republic of Crimea

Summary. The current and retrospective analysis of the development of agricultural territories using statistical data makes it possible not only to determine the level of agriculture current state in the regions and country as a whole and also identify existing problems and outline ways to solve them. In addition to economic and social indicators, environmental ones are very important nowadays and reflect the level of environmental protection. So in 2019, the current costs on environmental protection in individual administrative districts differed significantly and amounted to 0.77 rubles/ha in Dzhankoy district, 497.4 rubles/ha in Krasnogvardeisky district, and 138.2 rubles/ha in Saki district, and 114.1 rubles/ha in the Republic of Crimea. In general, in the Russian Federation, this figure was 421 rubles/ha. The data indicate insufficient investment in environmental protection in the Republic of Crimea as a whole and its regions in particular.

Keywords: agricultural areas, sustainable development, statistical data, indicators.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-150-1

УДК 551.508

Филина Яна Александровна

Использование автоматизированных метеостанций в сельском хозяйстве

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: mrs.filina@gmail.com

За последние десятилетия земледелие стало «точным» благодаря автоматизации и внедрению новых технологий. Однако исключить влияние множества внешних факторов на сельскохозяйственные культуры нельзя. Одними из таких факторов являются погодные условия. Они влияют на сроки сева и сбора урожая, эффективность использования удобрений или пестицидов, графики поливов и т.д.

Для мониторинга осадков и их распределения на уровне севооборота количество стационарных метеостанций незначительное и они распределены неравномерно. При существенной удалённости метеостанций от полей предоставляемая информация не репрезентативна.

Отечественные и зарубежные компании создают автоматизированные системы для мониторинга за параметрами окружающей среды. Установка локальных метеостанций даёт возможность следить за такими параметрами как температура воздуха и почвы, относительная влажность воздуха и почвы, атмосферное давление, освещённость и влажность листьев, количество осадков, скорость и направление ветра и др. [1].

Комплекс автоматизированной метеостанции состоит из двух основных элементов – непосредственно погодной метеостанции с подключаемыми к ней датчиками и программной части. Доступ к метеорологическим данным обеспечивается с помощью WEB-платформы с использованием логина и пароля. Также платформы позволяют получать не только прогноз погоды, но и прогноз появления вредителей и заболеваний, оптимальное время внесения удобрений и пестицидов и т.д.

Стоит отметить такие преимущества автоматизированных метеостанций, как актуальная информация о погоде на поле, надёжность и точность измерений, срок службы, лёгкость в монтаже, простота в использовании, доступ к измеренным метеопараметрам (необходимо иметь любое устройство с доступом к сети Internet:

персональный компьютер или ноутбук, планшет или сотовый телефон на базе Android или IOS). К недостаткам следует отнести стоимость (цена зависит от точности и количества измеряемых параметров), ограниченный функционал (к устройству можно подключить определённое количество датчиков), проблемы передачи данных на сервер, связанные с зоной покрытия сети, необходимость проведения периодических технических осмотров и обеспечение сохранности оборудования в полевых условиях.

Базовый набор датчиков метеостанции состоит из термометра, гигрометра, флюгера и осадкомера. Дополнить можно датчиками температуры и влажности почвы, датчиками влажности листьев, датчики контроля экологических параметров (учёт концентраций основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе – CO, H₂S, NO, NO₂, O₃ и так далее). Исходя из комплектации метеостанции и точности измерения датчиков стоимость варьируется от 15 500 руб. до 700 000 руб. и выше [2].

При выборе метеостанции необходимо учесть: цель использования данных, технологию измерения осадков, точность датчиков (например, оптимальной погрешностью температуры является $\pm 0,1$ °С, влажности воздуха – ± 2 %, атмосферного давления – ± 1 мбар) и их количество, качество сборки, наличие технической поддержки, технологию установки датчиков, в том числе влажности почвы [3].

Установку метеостанции на место эксплуатации необходимо выполнять согласно указаний и рекомендаций, изложенных в «Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений» [4]. При этом необходимо учесть особенности работы автоматизированных метеостанций в зимний период.

Пример хранения и обработки данных автоматизированной метеостанции приведён на рисунке [5]. При обработке необходимо учитывать, что параметры измеряются с определённым интервалом времени, и в дальнейшем для удобства анализа необходимо проведение обработки и формирования базы данных с опцией хранения в суточном и часовом формате, если это не предусмотрено производителем.

1	Дата	UV, Вт/м2	PCP, мм	Р, гПа	Т, град. С	Tmax, град. С	Tmin, град. С	W, град. С	Hcp, %	Hmax, %	Hmin, %	VV, м/с	H, %
2	25.04.2019	80,4	0,3	1013,1	18,0	25,1	4,9	278	40	71	30	0,3	
3	26.04.2019	188,7	0,0	1016,1	12,8	25,4	2,6	44	53	83	24	0,8	
4	27.04.2019	203,6	0,0	1010,6	14,0	24,7	3,1	48	51	77	27	0,8	
5	28.04.2019	196,8	0,0	1005,9	13,5	21,7	4,3	295	54	85	30	1,2	
6	29.04.2019	175,1	0,0	1006,1	14,3	20,5	9,3	326	67	90	44	2,7	
7	30.04.2019	186,3	0,0	1004,0	15,7	25,4	7,6	281	61	81	32	0,8	
8	01.05.2019	216,5	0,0	1000,1	14,7	21,8	8,9	285	64	87	34	2,8	
9	02.05.2019	186,4	0,0	1006,9	13,1	18,1	7,5	85	89	90	39	2,1	
10	03.05.2019	227,9	0,0	1008,1	13,0	19,0	7,3	305	73	92	48	3,0	
11	04.05.2019	147,7	0,1	1007,2	14,2	20,3	8,6	325	64	91	37	3,7	
12	05.05.2019	105,1	12,4	1007,3	15,3	25,9	6,0	226	56	85	24	0,4	
13	06.05.2019	136,2	0,1	1008,1	15,0	21,6	8,8	248	64	78	47	0,8	
14	07.05.2019	113,9	2,1	1009,9	12,4	18,5	6,8	307	75	88	59	0,6	
15	08.05.2019	124,0	0,1	1010,7	11,3	16,0	4,5	73	91	91	55	1,0	
16	09.05.2019	225,9	0,0	1010,4	11,3	15,3	5,9	334	88	82	55	2,0	
17	10.05.2019	181,9	0,0	1007,0	13,1	19,5	6,5	335	88	86	40	2,5	
18	11.05.2019	137,6	0,0	1004,5	14,5	19,7	9,1	73	87	87	47	1,8	
19	12.05.2019	226,5	0,0	1002,8	15,3	22,0	9,2	177	71	93	43	0,8	
20	13.05.2019	159,9	0,0	1004,4	15,8	20,7	12,0	136	79	93	61	0,7	
21	14.05.2019	161,3	0,0	1007,0	16,4	24,5	11,5	225	74	94	53	1,0	
22	15.05.2019	220,2	0,0	1006,4	18,9	28,5	8,5	248	80	93	32	3,6	
23	16.05.2019	214,6	0,0	1003,8	21,0	29,8	12,3	271	60	84	36	4,7	
24	17.05.2019	199,3	0,0	1004,9	22,1	31,0	12,0	223	63	89	34	2,8	

Рисунок – Скриншот файла БД автоматизированной станции Сокол-М, расположенной в Сакском районе Республики Крым

Таким образом, установка локальных метеостанций позволяет принимать своевременные управленческие решения за счёт учёта метеоусловий и прогнозирования погоды для конкретного поля при выборе сроков проведения сельскохозяйственных работ используя накопленные данные и тем самым позволяет увеличить продуктивность и снизить затраты.

Литература

1. Головинов Е. Э., Аминев Д. А., Кулаков В. А., Бакиров Ш. М., Григорьев П. В. Анализ системных решений портативных метеостанций // Международный форум «Микроэлектроника-2017».

3-я Международная научная конференция «Электронная компонентная база и электронные модули». Москва, 2017. С. 155–158.

2. ICBCOM оператор IoT решений: Профессиональные метеостанции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://icbcom.ru/ru/product-category/meteostancii/kompaktmie-meteostancii> (дата обращения: 21.09.2020).

3. Фермерам на заметку! Что необходимо учесть при выборе метеостанции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://niishk.ru/rekomendacii-proizvodstvu/fermeram-na-zametku-cto-neobhodimo-uchest-pri-vybore-meteostancii/> (дата обращения: 23.09.2020).

4. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. ВМО-№ 8. 2008. 788 с.

5. Свидетельство РФ № 2020620166 «База данных метеорологических параметров, полученных на автоматизированной станции Сокол-М, расположенной в Сакском районе Республики Крым». 29.01.2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42501822&> (дата обращения: 22.09.2020).

UDC 551.508

Filina Ya. A.

The use of automated weather stations in agriculture

Summary. The article is devoted to the use of local weather stations in agriculture. The set of automated meteorological stations and sensors for monitoring the state of agricultural crops is considered. The advantages and disadvantages of their use are highlighted. Some examples of data processing and storage are given.

Keywords: weather station, sensor, forecasting.

Общие вопросы развития агропромышленного комплекса

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-125-1

УДК 543.068.52; 543.645.9; 615.322

Алпатова Наталья Владимировна, Дубровская Ирина Александровна, Слободяник
Маргарита Вадимовна

**Методы определения флавоноидов в растительном сырье и продуктах их
переработки**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический институт»

e-mail: alpatova_nat@mail.ru

Одной из задач проекта Минобрнауки РФ FZEZ-2020-0004 является анализ и систематизация существующих методов идентификации и количественного определения различных биологически активных веществ для пищевых матриц. В данной работе приведён обзор методов определения флавоноидов в растительном сырье и продуктах их переработки

Флавоноиды – группа природных веществ с различными фенольными структурами. Они содержатся в цитрусовых фруктах, овощах, зёрнах, стеблях, ягодах, чае. Флавоноиды разделяются на подгруппы: халконы, флавоны, флавонолы (кемпферол, кверцетин, рутин), изофлавоны, антоцианы (цианидин, мальвидин) и флаваноны (гесперитин, нарингенин). Флавоноиды выполняют в организме человека ряд защитных функций: антиоксидантные, противовоспалительные, противовирусные, также они обладают биологической активностью. Благодаря этим важным функциям на основе растений, содержащих флавоноиды создаются лекарственные препараты и биологически активные добавки [1].

Флавоноиды представлены в природе многочисленными видами, каждый из которых обладает своими фармацевтическими действиями, поэтому идентификация индивидуальных флавоноидов в растениях является важным на этапе разработки лекарственных препаратов. Содержание и соотношение гесперидина и нарингина является идентификационными показателями цитрусовых фруктов (апельсин, лайм, лимон), и могут быть использованы, в том числе, в целях выявления фальсификации соков (ГОСТ 34461-2018). Целью данной работы является анализ идентификационных и метрологических характеристик методов исследования и определения различных классов флавоноидов в растительном сырье, продуктах их переработки и лекарственных средствах на их основе.

Основными методами для идентификации и количественного определения флавоноидов являются спектрофотометрический метод (ГОСТ Р 55312-2012), тонкослойная хроматография (ТСХ), высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) и капиллярный электрофорез (КЭ). К новым методам идентификации можно отнести масс-спектрометрию (МС) и спектроскопия ЯМР на ядрах ^1H и ^{13}C .

Многие исследователи применяют вышеперечисленные методы для исследования определённого растительного сырья, подбирают условия извлечения и идентификации флавоноидов [2-4]. Например, авторами в работе [2] был выбран метод ТСХ, для определения флавоноидов в плодах рябины. Было установлено, что оптимальной элюирующей системой для разделения флавоноидов является «Этилацетат – ледяная уксусная кислота – вода» (7,5:1,5:1,5), впервые в качестве проявителя предложено использовать 10% спиртовой раствор NaOH. Этот детектирующий агент, как отмечают авторы, является специфичным, доступным, а после проявления интенсивности окраски с течением времени не изменяется.

Авторами [3] подбирались условия для идентификации и количественного определения состава флавоноидов в *I. gracile*, произрастающее в Тибете, методом

капиллярного электрофореза. Исследовались три параметра определяющие анализ: рН буферного раствора (8,5;9,5;10;10,5), его концентрация (40; 30; 20; 10 ммоль/л) и напряжения на приборе приложенное для разделения (20: 25;28 кВ). В результате были разделены и количественно определены три флавоноида (4'-диметоксиизофлаван, кемпферол и кверцетин), лучшими условиями авторы считают рН буферного раствора 9,5, при концентрации бората 20 ммоль/л. и напряжение на приборе 25кВ.

Г. Калабин и В. Васильев в статье [4] описывают возможности применения методов ЯМР и МС для определения состава лекарственных препаратов, имеющих в своём составе флавоноиды. Основными достоинствами этих методов, как отмечают авторы, является возможность определения непосредственно молекулярной массы вещества, что позволяет использовать эти методы без наличия стандартных образцов (СО).

Каждые из описанных методов имеет свои преимущества и недостатки. Так спектрофотометрический метод позволяет определить суммарное содержание флавоноидов в пересчёте на рутин. Методы КЭ и ВЭЖХ позволяют разделить флавоноиды на индивидуальные вещества, но количественная и качественная их идентификация возможна лишь при наличии СО каждого из них. ЯМР и МС открывает возможность идентифицировать индивидуальные флавоноиды без наличия их СО, а также позволяет определять ранее не изученные их формы. Недостатком же этих методов является высокая стоимость аппаратного оформления этих методом и требуемая высокая квалификация специалиста. Анализ существующих методик показал, что для расширения области возможного использования методов идентификации флавоноидного состава пищевых матриц необходима их адаптация с учетом специфики исследуемых объектов.

Литература

1. Panche A. N. Flavonoids: an overview // J. of Nutritional Science. 2016. Vol. 5. P. 1–15
2. Тринеева О. В. Сафонова И. И., Сафонова Е. Ф., Сливкин А. И. Определение флавоноидов и исследование влияния условий хранения на их содержание в плодах облепихи методом ТСХ // Сорбционные и хроматографические процессы. 2012. Т. 12. С. 806–813.
3. Zhang Yu, Zhao Liang, Shi Yan-Ping Separation and Determination of flavonoids in ixeridium gracile by capillary electrophoresis //J. of Chromatographic Science. 2007. Vol. 45. P. 600–604.
4. Калабин Г. Экспертиза качества лекарственных средств без стандартных образцов методами масс-спектрометрии и ЯМР // Аналитика. 2017. С. 106–112

UDC 543.068.52; 543.645.9; 615.322

Alpatova N. V., Dubrovskaya I. A., Slobodyanik M. V.

Methods for the determination of flavonoids in plant raw materials and products of their processing

Summary. Flavonoids are an important component of plant materials; they have medicinal and biologically active properties. To use them as medicines, it is necessary to determine their qualitative and quantitative composition. The aim of this work is a comparative analysis of the identification and metrological characteristics of methods for the determination of flavonoids in plant raw materials and products of their processing. The paper presents a brief literature review of the main methods for the study of flavonoids. Certified and advanced techniques, such as NMR and mass spectrometry, have been discussed.

Keywords: flavonoids, thin layer chromatography, capillary electrophoresis, high-performance liquid chromatography, NMR and mass spectrometry.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-125

УДК 612.33/348:618.19-002:636.3

Белова Надежда Викторовна

**Влияние комбинации адаптогена нового поколения и пробиотика
на показатели фагоцитоза овец**

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
e-mail: navikbel@mail.ru

Уровень стресса, система питания, состояние микрофлоры желудочно-кишечного тракта – основные факторы, которые влияют на иммунную систему и ее основные показатели, к которым относятся и фагоцитоз – защитно-приспособительная реакция организма, включающая в себя процесс узнавания, активного захвата и поглощения микроорганизмов, разрушенных клеток и инородных частиц специализированными клетками иммунной системы. Фагоцитоз – один из основных маркеров, характеризующий уровень неспецифической резистентности организма, от его состояния зависит развитие и течение инфекционного процесса, первичный иммунный ответ [1]. Стресс-реакция неизбежно связана с активацией процессов свободно-радикального окисления, сопровождающегося накоплением в организме большого количества побочных продуктов, как правило, на фоне высокого уровня кортизола и ослабления системы антиоксидантной защиты [2]. Для повышения фагоцитарной активности нейтрофилов и макрофагов, в первую очередь, необходимо поднять антиоксидантный уровень организма, нормализовать уровень кортизола и обеспечить систему питания с полноценным развитием микробиоты [3, 4].

Целью исследования было изучить влияние стресс-протектора аскорбата лития (LiAsc) и его комбинации с пробиотиком на основе бактерий рода *Lactobacillus* (PBLB) на фагоцитарную активность крови овец в условиях технологического стресса.

Исследование проведено на базе вивария ВНИИФБиП животных на ярках романовской породы в 2019 г. По методу групп-аналогов были сформированы три группы – контрольная и две опытных, по восемь голов в каждой. Животные первой опытной группы в дополнение к основному рациону (ОР) получали LiAsc в дозе 10 мг/кг живой массы. Животные второй опытной группы получали напыленный аскорбат лития и биомассу, содержащую PBLB в количестве 2×10^{10} КОЕ/мл, в дозе 1 мл/кг живой массы животных. Животные контрольной группы получали только ОР. Препараты наносили на корм методом напыления. Продолжительность опыта составила два месяца. В начале и в конце опыта утром до кормления проводили забор венозной крови из яремной вены в пробирки с гепарином. В крови определяли фагоцитарное число (ФЧ, среднее количество микроорганизмов, поглощенных одним фагоцитом) и фагоцитарный индекс (ФИ, процент фагоцитов, поглотивших бактерии к общему их количеству) под световым микроскопом по методике Кост и Стенко [5] с нашими модификациями (готовятся к публикации). Объект фагоцитоза – *Escherichia coli*.

Своевременное отслеживание физиологического состояния животных с целью выявления и устранения периодически возникающих метаболических нарушений и коррекции технологии их содержания – одно из важных условий эффективного животноводства. Под воздействием стресс-факторов различного происхождения у животных происходит сбой гормонального фона, что особенно важно для особей пред- и репродуктивного возраста. В совокупности это приводит к развитию патологий различной этиологии и повышению затрат при интенсификации овцеводства в частности [6]. Снижение активности показателей фагоцитоза – одна из

причин нарушений в системе неспецифического клеточного иммунитета и понижения общего иммунологического статуса организма. Одной из причин ослабления защитных сил организма является снижение активности фагоцитов, быстрый их распад, нарушение подвижности, самого процесса поглощения инородного агента, процессов его лизиса и пр. Все это говорит о повышении риска заражения инфекциями.

Было показано, что среднее ФЧ для овец всех трех групп составило 7,45 с незначительными колебаниями по группам (рисунок 1).

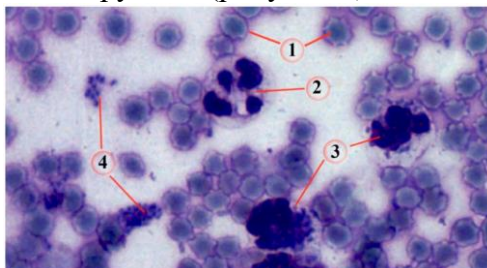


Рисунок 1 – Фагоцитоз , мазок крови овец

Примечание. 1 – эритроциты, 2 – сегментоядерный нейтрофил, 3 – фагоцитирующий сегментоядерный нейтрофил, 4 – *Escherichia coli*. Окраска по Романовскому-Гимзе. Увеличение $\times 100$.

Тем не менее, ФИ в опытных и контрольной группах достоверно отличался: у ярок первой и второй группы он составил 74,0 % ($p < 0,05$) и 75,6 % ($p < 0,05$) соответственно, по сравнению с наиболее низким ФИ у овец контрольной группы – 47,0 % (рисунок 2). Отсутствие достоверной разницы в уровне ФИ между первой и второй группой свидетельствует о преимущественном влиянии на этот показатель аскорбата лития.

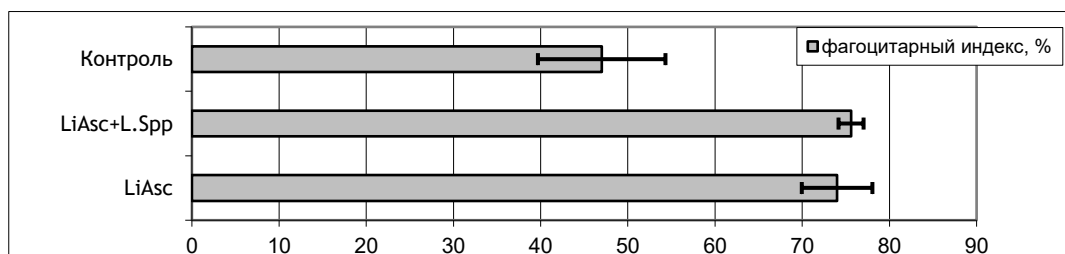


Рисунок 2 – ФИ крови овец опытных и контрольной групп

Установлено, что использование стресс-протектора, антиоксиданта LiAsc совместно с PBLB оказывает положительное влияние на неспецифическую резистентность и иммунологический статус овец-ярок в условиях технологического стресса. Достоверное увеличение показателя ФИ крови на 28,6 % свидетельствует о высоком иммунном ответе и повышении стресс-резистентности и антиоксидантной активности организма. Комплексное применение LiAsc и пробиотика на основе лактобактерий в составе ОР плодотворно влияет на здоровье животных и может положительно сказываться на повышении продуктивности.

Литература

1. Pronin A. V., Gromova O. A., Sardaryan I. S., Torshin I. Y., Stel'mashuk E. V., Aleksandrova O. P., Genrikhs E. E., Khaspekov L. G., Ostrenko K.S. The adaptogenic and neuroprotective properties of lithium ascorbate // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2018. Vol. 48. No. 4. P. 409–415.
2. Остренко К. С., Галочкин В. А., Колоскова Е. М., Галочкина В. П. Влияние нового микронутриента – аскорбата лития на стрессоустойчивость и продуктивность свиноматок // *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2017. № 2. С. 74–86.

3. Овчарова А. Н., Петраков Е. С. Новые пробиотические препараты на основе основе *Lactobacillus reuteri* и перспективы использования их в животноводстве // Проблемы биологии продуктивных животных. 2018. № 2. С. 5-18.

4. Омаров А. А., Скорых Л. Н., Никитенко Е. В. Взаимосвязь уровня резистентности с некоторыми биохимическими показателями крови, продуктивностью молодняка овец разного возраста отъема // Сельскохозяйственный журнал. 2014. № 17 (1). С. 43–49.

5. Кост С. А., Стенко М. И. Определение фагоцитарной активности лейкоцитов // Клиническая гематология животных. М.: Колос, 1974. С. 99–100.

6. Semerdjiev V. Breed, gender and seasonal variations of blood phagocytic activity in local sheep breeds reared in Bulgaria // Trakia Journal of Sciences. 2011. Vol. 9. No. 2. P. 69–75.

UDC 612.33/348:618.19-002:636.3

Belova N. V.

Influence of a new generation adaptogen and probiotic combination on sheep phagocytosis indicators

Summary. The purpose of the research was to investigate the effect of the lithium ascorbate stress-protector and its complex with a probiotic based on lactobacilli on the phagocytic activity of blood leukocytes. In the course of this research, we found that lithium ascorbate stress-protector combined with probiotic lactobacilli strains reliably increases the phagocytic index of blood by 28.6 % and has a positive effect on the non-specific resistance and immunological status of sheep.

Keywords: lithium ascorbate, probiotics, stress-protectors, non-specific resistance, sheep, phagocytosis.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-126

УДК 635.751 (470+571)

Вердыш Михаил Валериевич, Попова Анастасия Анатольевна

Организационно-экономический механизм, содействующий развитию эфиромасличного производства в Республике Крым

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: verdysh_m@niishk.ru

В 2018–2020 гг. в рамках государственного задания «Разработка научно-методических основ повышения экономической эффективности производства эфиромасличной продукции в Республике Крым» был проведен анализ состояния эфиромасличного производства в Крыму и Российской Федерации. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- нормативно-правовая база выращивания и переработки эфиромасличного сырья не разработана в достаточной мере: производство сырья эфиромасличных культур не входит в общероссийские классификаторы продукции и видов экономической деятельности, что затрудняет включение данного вида сырья в перечень сельскохозяйственной продукции и препятствует прямой государственной поддержке выращивания эфиромасличных культур в виде субсидий, а также затрудняет статистическому отображению результатов хозяйственной деятельности;

- государственная система заготовки эфиромасличного и лекарственного сырья, а также производства эфирных масел, в России отсутствует. Потребность в эфирных маслах для основных потребителей не определена;

- отмечается значительная зависимость отраслей производства от импорта эфирных масел и их производных. Так, в отечественной парфюмерной продукции часть импортных ингредиентов, в том числе эфирных масел, составляет 90%.

Отсутствие отраслевого управления, государственной поддержки, а также стабильного спроса вследствие высокой конкуренции с импортной продукцией не позволяют хозяйствующим субъектам осуществлять техническое перевооружение и модернизацию производственной инфраструктуры, а также полностью соблюдать

технологии возделывания эфиромасличного сырья, что негативно сказывается на объёмах его выращивания и экономической эффективности производства.

Для комплексного решения проблем, препятствующих развитию производства эфиромасличной продукции в Республике Крым и в Российской Федерации в целом, необходимо совершенствование механизма функционирования данного направления на всех уровнях экономических взаимоотношений – международном, федеральном, региональном и местном. При этом необходимо учитывать особенности данного вида производства: наличие сельскохозяйственной и перерабатывающей составляющих, высокую трудоёмкость и значительные капитальные затраты при выращивании ряда многолетних эфиронов, а также нестабильный спрос на отечественную продукцию.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют об актуальности разработки и внедрение организационных и экономических мер по дальнейшему развитию эфиромасличного производства.

Указанные меры представляют собой организационно-экономический механизм устойчивого развития эфиромасличного производства – систему взаимосвязанных мероприятий организационного и экономического характера, направленных на обеспечение производства эфиромасличной продукции в объёмах, необходимых для удовлетворения потребностей отраслей, использующих её, а также дальнейшего устойчивого развития данного вида производства на инновационной основе, с учётом конъюнктуры внешнего и внутреннего рынков, экологического и социального факторов. На основании анализа развития эфиромасличного производства в Российской Федерации, тенденций рынков эфиромасличной продукции, динамики развития отраслей-потребителей предложен механизм обеспечения развития эфиромасличного производства в Крыму.

Представленный механизм имеет комплексный характер, состоит из организационного и экономического блоков и реализуется на международном, федеральном, региональном и местном уровнях. Организационные инструменты включают создание негосударственных структур, совершенствование законодательно-нормативной базы эфиромасличного производства. Внедрение организационных мер обеспечит реализацию экономических инструментов в виде создания общего рынка, мер прямой государственной поддержки, внедрения инновационных технологий выращивания и переработки эфиромасличного сырья для всех участников производственных взаимоотношений: товаропроизводителей, научных организаций, органов государственной власти

При реализации данного механизма на международном уровне предполагается создание межгосударственного коммуникационного инструмента на ассоциативной основе. В сфере эфиромасличного производства перспективным является создание Евразийской технологической платформы по выращиванию и переработке эфиромасличных и лекарственных культур. Создание новой организационной структуры на международном уровне обеспечит более тесное сотрудничество с органами власти Евразийского экономического сообщества и отдельных стран-участниц; усилит обмен информацией между исследователями и товаропроизводителями, что позволяет определить приоритетные направления научных разработок в сфере выращивания и переработки эфиромасличных и лекарственных растений.

На федеральном уровне необходимо внесение изменений в законодательно-нормативную базу регулирования эфиромасличного производства, а также создание селекционно-семеноводческого центра эфиромасличных и лекарственных культур. Предлагаемые мероприятия позволят обеспечивать данное направления прямой государственной поддержкой в виде субсидий, а также качественным посевным и посадочным материалом.

Обоснованием включения эфиромасличных культур в классификаторы видов экономической деятельности и продукции может служить разработка с программы

развития эфиромасличного производства на региональном уровне. В данной программе должны быть указаны основные проблемы, препятствующие дальнейшему развитию эфиромасличного производства, а также стратегия действий по их преодолению.

Особенностью эфиромасличного производства в Крыму является наличие значительного числа товаропроизводителей, выращивающих цветочно-травянистое сырьё многолетних эфирносов, которое быстро теряет свое качество после уборки. Следовательно, для Республики Крым актуальным будет организация кооперативных объединений с учетом региональных особенностей производства. Создание подобных кооперативов возможно на основе центров переработки, которые могут принимать эфиромасличное сырьё у товаропроизводителей-участников кооператива. Организация дополнительных горизонтальных связей способствует достижений общей целей всех участников экономических взаимоотношений и направлена на сокращения потерь, сохранения качества и экономической эффективности процесса переработки эфиромасличного сырья.

Реализация организационных инструментов предложенного механизма – создание новых структур, совершенствование законодательно-нормативной базы будет способствовать осуществлению экономических мер, повышающих эффективность эфиромасличного производства – создание общего рынка, обеспечение прямой государственной поддержки, создание единых технологических цепочек производства эфиромасличной продукции в рамках объединений сельскохозяйственных товаропроизводителей.

UDC 635.751 (470+571)

Verdysh M. V., Popova A. A.

Organizational and economic measures promoting the development of essential oil production in the Republic of Crimea

Summary. The main problems that hinder the full functioning of essential oil production in the Republic of Crimea are presented. The necessity of development and implementation of organizational and economic measures contributing to the further development of the production of essential oils and other products has been substantiated.

Keywords: essential oil products, economic efficiency, legislative and regulatory base, development program, cooperatives.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-127-1

УДК 631.41

Габечая Валерия Вячеславовна¹, Андреева Ирина Викторовна¹, Васенев Иван Иванович¹, Неаман Александр Александрович²

Необходимость мониторинга и оценки влияния медьсодержащих пестицидов на экологические и сельскохозяйственные функции почв

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»;

²Институт сельскохозяйственного инженерного дела и почв, Южный университет Чили

e-mail: alexander.neaman@uach.cl

Пестициды на основе меди более 200 лет используют для борьбы с бактериальными и грибковыми заболеваниями сельскохозяйственных культур. Содержание меди в поверхностных горизонтах почвы виноградников по всему миру часто превышает 200 мг/кг из-за применения фунгицидов меди [1]. Медь может быть очень токсична при высоких концентрациях, хотя при нормальных – это важный микроэлемент для всех организмов [2].

Известно, что в садах и виноградниках накопление меди в почве возрастает по мере увеличения возраста насаждений. К примеру, в работе [3] во всех органах старых виноградных кустов (листьях, однолетних и многолетних побегах, ягодах)

была обнаружена избыточная аккумуляция меди (70–900 мг Cu/кг сухой массы), что отрицательно сказывалось на качестве продукции (винограда, соков, вина). При этом медь интенсивно накапливалась не только в поверхностном слое почвы, но и в горизонте 15–30 см. После раскорчевки многолетних насаждений, почвы были непригодны для выращивания других культур.

Важно отметить, что почвенные микроорганизмы более чувствительны к металлам, чем растения [1]. Следовательно, использование медьсодержащих пестицидов может нанести вред микробным сообществам в почвах виноградников и нарушить процессы разложения подстилки, что приведет к ухудшению экологических свойств и сельскохозяйственной ценности почв.

С другой стороны, исследований содержания меди в виноградниках в России очень мало [4]. Поэтому мы указываем на необходимость мониторинга и оценки воздействия медьсодержащих пестицидов на качество почвы при выращивании винограда в России. Значимость ожидаемых результатов может быть рассмотрена как с точки зрения новых фундаментальных знаний, касающихся токсичности меди в реальных антропогенно загрязненных почвах, так с точки зрения возможности использования результатов для экологически значимой оценки уровня загрязнения почв медью и обоснования ремедиации.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева, проект № 2.

Авторы благодарят А.А. Чуракова за замечания и правку английского текста.

Литература

1. Schoffer J. T., Sauvé S., Neaman A., Ginocchio R. Role of leaf litter on the incorporation of copper-containing pesticides into soils under fruit production: a review // *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2020. DOI: 10.1007/s42729-020-00186-1.
2. Adriano D. C. Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risk of Metals. New York, NY, Springer-Verlag, 2001. P. 867.
3. Велисар С. Г., Леманова Н. Б., Гладей М. А., Братко Д. Н. Влияние микроэлементов и ростстимулирующих бактерий на устойчивость винограда к избытку меди в почве. // *Агрохимия*. Т. 6. 2018. С. 68–76.
4. Волкова А. А. Экологизированное производство винограда на Кубани в условиях применения медьсодержащих препаратов. Автореф. дисс. ...канд. с-х. наук. Краснодар: Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства, 2009. 24 с.

UDC 631.41

Gabechaya V. V., Andreeva I. V., Vasenev I. I., Neaman A.

The impact of copper-containing pesticides on ecological attributes and agricultural value of soils. The need for monitoring and assessment

Summary. Copper-based pesticides have been used around the world for more than 200 years to control bacterial and fungal diseases in a variety of crops. In our review, we found that copper content from cupric fungicides in vineyard soil surface horizons often exceeds 200 mg/kg. However, there are few studies on copper content in vineyard soils in Russia. The fact of the matter is that soil microorganisms have greater metal sensitivity than plants. Therefore, the use of copper-based pesticides may damage microbial communities in vineyard soils and disrupt litter decomposition processes, thus leading to a long-term deterioration of ecological attributes and agricultural value of soils. It is this fact that makes the need for constant monitoring and assessment of the impact of copper-based pesticides on vineyard soils in Russia so paramount.

Keywords: copper, soil, toxicity, vineyards, Russia.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-127

УДК 636.2/3:577.121/126:576.311.344

Галочкина Валентина Петровна, Агафонова Анастасия Викторовна, Остренко Константин Сергеевич, Колоскова Елена Михайловна

Митохондриальные и пероксисомальные процессы – единая метаболическая система в организме жвачных животных и влияние на них процессов рубцовой ферментации

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных»

e-mail: bifip@kaluga.ru

Жвачные животные имеют сложный четырехкамерный желудок. Рубец (Р) – первая камера, желудка объемом до 100 л, более заселена микроорганизмами. Животное получает полноценный белок (микробную массу), летучие жирные кислоты, витамины и т.д. У коровы средней продуктивности в процессе Р-ой ферментации образуется и поступает в метаболизм до 2500 г ацетата (Ац), 1000 г пропионата (Пр) и 700 г бутирата (Б). Корова с годовым удоем 9000 кг ежедневно выделяет с молоком в среднем 1200 г жира, 1000 г белка и 1400 г лактозы. После гидролиза углеводов корма в обмен веществ поступает не более 10% глюкозы. Для синтеза компонентов молока и других потребностей организма, практически вся она образуется *de novo*. У высокопродуктивных жвачных (ВПЖ) органические кислоты, образующиеся в большом количестве в Р-е, поступают в обмен веществ через цикл Кребса (ЦТК). Пр – через сукцинатдегидрогеназу (СДГ), Ац – через изоцитратдегидрогеназу (ИДГ), корректируя специфику и направленность энергопроизводящих и энергопотребляющих процессов и перегружая его. Впервые нами была выдвинута гипотеза о постоянном функционировании глиоксилатного цикла (ГЦ) у жвачных животных [1]. Затем, в печени определена активность его ключевых ферментов: изоцитратлиазы (ИЦЛ) и малатсинтазы (МС), работающих при рН выше 8 [2]. В ГЦ отсутствуют два фермента (ИДГ и альфа-кетоглутаратдегидрогеназа), лимитирующих скорость ЦТК, что позволяет ГЦ выступать в роли главного «помощника» ЦТК (основного, энергию производящего и метаболически объединяющего процессы в организме), и брать на себя часть его функций, а, следовательно, и ускорение обмена веществ, и повышение продуктивности животных. Возможно, организм ВПЖ функционирует в несколько иной ситуации их метаболизма. Напряженный обмен веществ требует от него адекватного субстратного обеспечения за счет продуктов гидролиза пищи в желудочно-кишечном тракте и в первую очередь в содержимом рубца (СР). В связи с этим, необходимо при разработке рационов кормления для ВПЖ учитывать потребность в питательных веществах не только организма животного с учетом его продуктивности, но и потребность микроорганизмов, населяющих Р. Сказанное диктует необходимость поддержания высокого уровня использования потенциальных возможностей организма животного к увеличению не только продуктивных качеств как ответной реакции на их кормление, адекватного более высокому уровню метаболических возможностей, но и хорошей воспроизводительной функции и продуктивного долголетия животного. Это требует необходимости постоянного, профессионально грамотного подхода к технологическим процессам кормления высокопродуктивных животных.

Цель исследований – выявить у ВПЖ влияние высококонцентратного кормления (ВКК) на процессы рубцовой ферментации, процентное содержание жира в молоке, на биохимические процессы в печени бычков при откорме, а именно, на активность не только ферментов ЦТК, но и ГЦ.

В совхозе «Архангельский», Московской области на двух группах высокопродуктивных коров черно-пестрой породы проведено определение в

содержимом рубца рН, молярного процента Ац, Пр в сумме летучих жирных кислот (Σ ЛЖК), показатели, характеризующие процессы ферментации в содержимом рубца, удой и процент жира в молоке, в печени бычков холмогорской породы, находящихся в условиях вивария ВНИИФБиП, определены активности ферментов ЦТК (ИДГ, СДГ, МДГ) и ключевых ферментов ГЦ (ИЦЛ и МС).

Исследование проводили на двух группах коров (по 5 голов) на 90-м дне лактации с удоём $39,0 \pm 0,73$ и $40,5 \pm 0,66$ кг/сут (103,9%); с жирностью молока $4,15 \pm 0,10$ и $2,85 \pm 0,01\%$ (68,7%, $P < 0,001$); с его суточным выходом 1624 ± 66 и 1153 ± 34 г (71,0%) соответственно в 1-й и 2-й группах. Кормление одинаковое в виде кормовой смеси. Для балансирования рациона по обменной энергии и сухому веществу в зависимости от продуктивности коровы получали по 15,0–16,5 кг концентрированных кормов (ККр), что повлияло на процессы ферментации в содержимом рубца: рН – $6,95 \pm 0,21$ и $6,61 \pm 0,20$ (91,5%); Σ ЛЖК – $9,24 \pm 1,38$ и $10,26 \pm 0,78$ ммоль/100 мл (111,0%), Ац – $65,48 \pm 1,31$ и $63,48 \pm 1,78\%$ (97,0%), Пр – $18,81 \pm 0,57$ и $25,27 \pm 1,28\%$ (134,3%, $P < 0,05$), Ац/Пр $3,5 \pm 0,13$ и $2,53 \pm 0,26$ (72,3%, $P < 0,05$), число инфузорий $320 \pm 4,1$ и $303 \pm 1,60$ тыс./мл (94,7%, $P < 0,05$). Представленные данные характеризуют процесс закисления в содержимом рубца у коров второй группы, что сказалось на процентном содержании и суточном выходе жира с молоком. ВПЖ не только дают больше продукции и лучшего качества, но они более эффективно используют питательные вещества на ее производство. Их обмен характеризуется другой скоростью и другой направленностью потоков метаболизма, а чтобы они обладали еще и высоким долголетием и хорошей воспроизводительной функцией. В опыте на бычках в период откорма в их рацион вводимые подсолнечный и соевый жмыхи обогащали рацион не только протеином и нераспадаемой его фракцией, но и незаменимыми аминокислотами метионином и лизином с расчетом на получение прироста 1200-1400 г/сутки. При убое в возрасте 14 месяцев были взяты образцы печени, в которых определяли активности ферментов ЦТК ИДГ – $2,68 \pm 0,03$, СДГ – $186,12 \pm 5,95$, малатдегидрогеназы – $3,10 \pm 0,13$ и ферменты ГЦ ИЦЛ – $1,91 \pm 0,07$ и МС – $0,52 \pm 0,04$ мкмоль/мин/г ткани. Из представленных данных следует, что ацетил-КоА, образующийся при окислении жирных кислот, и ацетат, образующийся в процессе рубцовой ферментации, может в ГЦ превращаться в четырехуглеродные соединения (сукцинат, малат, оксалоацетат), которые в дальнейшем могут использоваться для синтеза глюкозы. Сукцинат может также синтезироваться из пропионата рубцового происхождения с использованием в синтезе глюкозы и выработке энергии. При ВКК Пр активизируется (Пр-КоА) и ингибируется СДГ, а Пр в виде малонил-КоА идет не на синтез молочного жира, а откладывается в жировых депо (жирдепрессорирующее действие Пр) [3].

Высококонцентратное кормление приводит к закислению рубцового содержимого (рН – $6,95 \pm 0,21$ и $6,61 \pm 0,20$; Ац $65,48 \pm 1,31$ и $63,48$ и Ац/Пр $3,5 \pm 0,13$ и $2,53 \pm 0,26$). Наличие глиоксилатного цикла у жвачных животных обеспечивает синтез глюкозы из ацетата; оптимум работы ферментов при рН выше 8.

Литература

1. Галочкина В. П., Галочкин В. А. Возможная роль пероксисом и глиоксилатного цикла в регуляции обмена веществ в организме жвачных животных // Успехи физиологических наук. 2009. Т. 40. № 1. С. 66–76.
2. Агафонова А.В., Галочкина В.П. Активность ферментов изоцитратлиазы, малатсинтазы, малатдегидрогеназы и сукцинатдегидрогеназы в клеточных фракциях гомогената печени жвачных животных // 19-я Международная школа-конференция молодых ученых. Пушино, 2015. С. 125–124.
3. Schoonmaker J.P., Fluharty F.L., Loerch S.C. Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on adipocyte cellularity and lipogenic enzyme activity in the intramuscular and subcutaneous fat depots of Holstein steers // J Anim Sci. 2004. Vol. 82. No. 1. P. 137–148.

UDC 636.2/3:577.121/126:576.311.344

Galochkina V. P., Agafonova A. V., Ostrenko K. S., Koloskova E. M.

Mitochondrial and peroxisomal processes – a single metabolic system in the body of ruminants. Influence of rumen fermentation processes on productive parameters of highly productive ruminants

Summary. High-concentration feeding of ruminants leads to acidification of the rumen content and tissue fluids. The decrease of rumen content pH by 8.5%, ratio propionate/acetate – by 27.7% ($P < 0.05$) and the increase of propionate content by 34.3% ($P < 0.05$) have caused a decrease in the fat content of milk. The retention of rumen content pH higher than 8% is very important for ruminants because the alkaline environment is an essential condition for optimal work of the glyoxylate cycle that occurs in the peroxisomes. This cycle supports the synthesis of glucose from acetate.

Keywords: rumen content acidification, fat content of milk decrease, enzymes of the Krebs cycle and the glyoxylate cycle.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-128

УДК 633.81: 543.8

Данилова Ирина Львовна, Тимашева Лидия Алексеевна, Пехова Ольга Антоновна

Определение содержания индивидуальных фенольных соединений в эфирных маслах растений семейства Lamiaceae

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: isocrimea@gmail.com

Характерной особенностью представителей растительного мира является способность их к синтезу и накоплению огромного количества соединений фенольной природы. Природные фенолы проявляют высокую биологическую активность.

Современные исследования природных фенолов эфиромасличных растений нашли широкое применение в фармации, парфюмерии и ветеринарии. Большой интерес представляют растения семейства Яснотковых: *Thymus vulgaris* L., *Monarda fistulosa* L., *Origanum vulgare* L., *Satureja hortensis* L., *Satureja montana* L. в состав которых входят фенольные соединения (тимол, карвакрол и др.). Эти вещества определяют широкий спектр фармакологического действия эфирных масел, оказывающих противовоспалительный, антибактериальный, фунгицидный, потогонный, спазмолитический и мочегонный эффекты.

В настоящее время большое внимание уделяется оценке качества лекарственных растений и эфирных масел из них по уровню содержания простых фенольных соединений – тимола и карвакрола, т.к. эти индивидуальные вещества определяют эффективность их применения.

Существующие методы количественного определения фенольных соединений можно разделить на химические, спектрофотометрические, электрохимические и хроматографические.

В соответствии с химическим методом содержание фенолов определяют в объемных процентах по убыли объема эфирного масла, взятого для исследования, после удаления из него фенолов (в форме растворимых в воде фенолятов при встряхивании эфирного масла с 5 % раствором натрия гидроксида). Определение проводится в колбе Кассиа и основано на образовании щелочных сложных эфиров фенола, растворимых в воде. Содержание фенола рассчитывают с помощью измерения объема неабсорбированного эфирного масла, полученного при взаимодействии фенольных соединений, содержащихся в известном объеме эфирного масла, с раствором гидроксида калия [1]. Для получения информации о содержании фенольных соединений в лекарственных растениях (эфирное масло, экстракт)

используют методы: спектрофотометрические, электрохимические (циклическая вольтамперометрия, катодная инверсионная вольтамперометрия, дифференциальная импульсная вольтамперометрия на стеклоуглеродном электроде), колориметрические, хроматографические методы (тонкослойная, бумажная, ВЭЖХ, газожидкостная хромато-масс-спектрометрия, капиллярный электрофорез).

Однако, с учетом необходимости анализа эфирных масел лекарственных растений на содержание индивидуальных фенольных соединений, химические, спектрофотометрические и электрохимические методы не пригодны к использованию. Они позволяют определять только суммарное содержание фенольных соединений и флавоноидов. Хроматографические методы наиболее полно отвечают поставленной задаче – определению индивидуальных фенольных соединений. Поэтому перспективным направлением является разработка оригинальных методик определения индивидуальных фенольных соединений.

Целью наших исследований являлась разработка методики количественного определения содержания индивидуальных фенольных соединений (тимол, карвакрол) газохроматографическим методом с внутренним стандартом [2].

Разработку ГЖХ методики проводили в отделе переработки и стандартизации эфиромасличного сырья на образцах эфирных масел *T. vulgaris*, *M. fistulosa*, *O. vulgare*, *S. hortensis*, *S. montana*, полученных методом паровой дистилляции из сырья выращенного на плантациях экспериментальной базы ФГБУН «НИИСХ Крыма» в 2018 и 2019 гг.

Суть метода заключается в хроматографическом разделении компонентов эфирного масла и количественном определении индивидуальных фенолов: тимола и карвакрола с применением внутреннего стандарта. В наших исследованиях внутренним стандартом для определения массовой доли карвакрола и тимола был экспериментально подобран кислородсодержащий моноциклический терпеновый спирт ментол с чистотой 98,0 %, определенной газохроматографически в условиях анализа.

Условия проведения измерения массовой доли индивидуальных фенольных соединений в эфирных маслах *T. vulgaris*, *M. fistulosa*, *O. vulgare*, *S. hortensis*, *S. montana* следующие: хроматограф Кристалл 2000М с пламенно-ионизационным детектором, капиллярная колонка длиной 60000 см, внутренний диаметр $3,2 \cdot 10^{-2}$ см, неподвижная фаза: CR-WAXms (полиэтиленгликоль в соль-гель матрице). Газ-носитель – азот. Повторность определения массовой доли эфирного масла – 3-х кратная. Метрологическую обработку результатов проводили согласно рекомендациям [3].

Порядок определения тимола (карвакрола): из анализируемого образца отбирали навеску эфирного масла массой от 0,0500 до 0,1000 г и помещали в стеклянную колбу вместимостью 50 см³ с притертой пробкой, затем добавляли от 0,0100 до 0,0500 г (точная навеска) внутреннего стандарта по массе или объему в виде раствора, содержащего такую же массу стандарта. Массовую долю карвакрола или тимола в эфирных маслах $C_{k,m}$ %, рассчитывали по формуле (1):

$$C_{k,m} = \frac{S_{k,m} \times m_{\text{вн.ст.}} \times \chi_{\text{вн.ст.}}}{S_{\text{вн.ст.}} \times m_{\text{образца}}} \times 100 \quad (1)$$

где $S_{k,m}$ – площадь пика карвакрола или тимола, мм²;

$m_{\text{вн. ст.}}$ – масса навески внутреннего стандарта, г;

$\chi_{\text{вн. ст.}}$ – чистота внутреннего стандарта (не менее 98), %;

$S_{\text{вн.ст.}}$ – площадь пика внутреннего стандарта, мм²;

$m_{\text{образца}}$ – масса навески эфирного масла, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Вычисления проводили с точностью до третьего десятичного знака, с последующим округлением результата до второго десятичного знака.

Экспериментально, на основании статистических данных, были определены метрологические характеристики методики измерения массовой доли индивидуальных фенольных соединений: расхождение между среднеарифметическими двух определений (сходимость) не должно превышать 0,3 %. Относительная ошибка измерения при $P=95$ не должна превышать 2,0 %.

Типичные хроматограммы эфирного масла тимьяна обыкновенного и хроматограммы с внутренним стандартом представлены на рисунках 1,2.

Таким образом, разработанная ГЖХ методика позволяет количественно определять содержание индивидуальных фенольных соединений (тимол, карвакрол) в эфирных маслах.

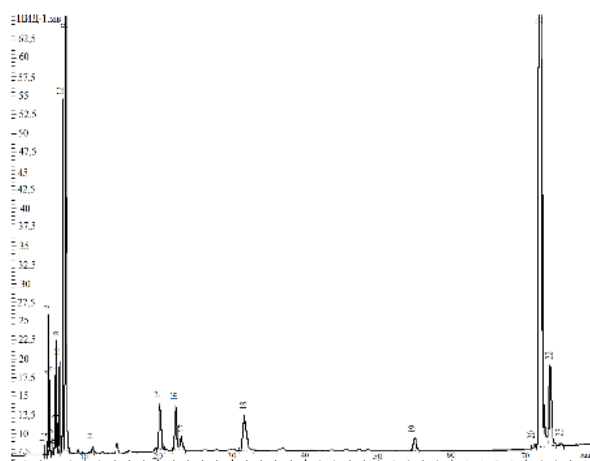


Рисунок 1 – Типичная хроматограмма эфирного масла тимьяна

Примечание. 2 – α -пинен; 4 – камфен; 5 – β -пинен; 7 – β -мирцен; 8 – α -терпинен; 10 – 1,8-цинеол; 11 – 3-октанон; 12 – γ -терпинен; 13 – пара-цимол; 14 – линалоол; 15 – кариофиллен; 16 – борнеол; 17 – геранилацетат; 18 – цис-гераниол; 19 – кариофилленоксид; 21 – тимол; 22 – карвакрол.

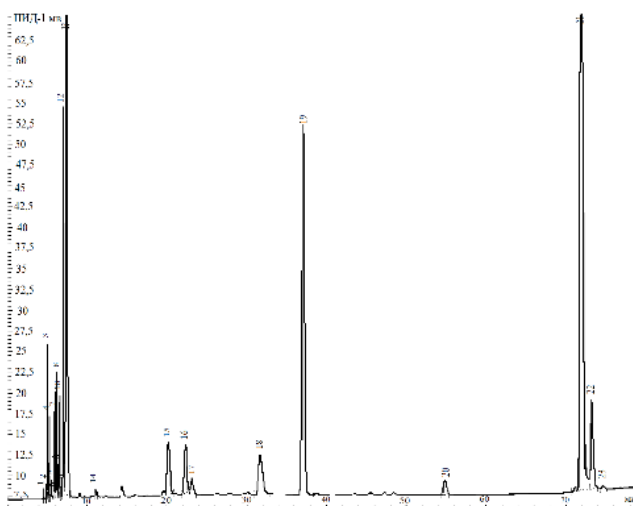


Рисунок 2 – Типичная хроматограмма эфирного масла тимьяна с внутренним стандартом

Примечание. 2 – α -пинен; 4 – камфен; 5 – β -пинен; 7 – β -мирцен; 8 – α -терпинен; 10 – 1,8-цинеол; 11 – 3-октанон; 12 – γ -терпинен; 13 – пара-цимол; 14 – линалоол; 15 – кариофиллен; 16 – борнеол; 17 – геранилацетат; 18 – цис-гераниол; 19 – внутренний стандарт; 20 – кариофилленоксид; 21 – тимол; 22 – карвакрол.

Установлены метрологические характеристики разработанной методики: за окончательный результат принимают среднеарифметическое двух определений, расхождение между которыми (сходимость) не должно превышать 0,3 %. Относительная ошибка измерения при P = 95 не должна превышать 2,0 %.

Литература

1. ГОСТ ISO 7609–2014 Масла эфирные. Анализ методом газовой хроматографии на капиллярных колонках. Общий метод. М.: Стандартинформ, 2015. 16 с.
2. ГОСТ ISO 1272-2016 Масла эфирные. Метод определения содержания фенолов М.: Стандартинформ, 2016. 8 с.
3. ОФС.1.1.0013.15 Статистическая обработка результатов эксперимента. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pharmacopeia.ru/ofs-1-1-0013-15-statisticheskaya-obrabotka-rezultatov-eksperimenta/> (дата обращения 24.04.2020).

UDC 633.81: 543.8

Danilova I. L., Timasheva L. A., Pekhova O. A.

Determination of the content of individual phenolic compounds in essential oils of plants of the Lamiaceae family

Summary. Based on the conducted research, a method with an internal standard for the quantitative determination of the content of individual phenolic compounds – carvacrol and thymol in essential oils of *Thymus vulgaris* L., *Monarda fistulosa* L., *Origanum vulgare* L., *Satureja hortensis* L., *Satureja montana* L. was developed. The internal standard – oxygen-containing monocyclic terpene alcohol menthol with a purity of 98.0% – was experimentally determined. Metrological characteristics of the developed method: the convergence of the arithmetic mean of two definitions is not more than 0.3 %; the relative measurement error at P= 95 is not more than 2.0 %.

Keywords: essential oil, gas chromatographic technique, internal standard, thymol, carvacrol.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-129

УДК 575.224.46; 575.2.084

Езерский Вадим Аркадьевич, Колоскова Елена Михайловна, Трубицина Татьяна Петровна

Использование гена зеленого флуоресцентного белка для сайт-специфической интеграции в локус гена кислого сывороточного протеина кролика

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
e-mail: ez.vadim@yandex.ru

Генно-модифицированные (ГМ) организмы, в том числе животные становятся неотъемлемыми компонентами не только научных и биомедицинских исследований, но и агропромышленного комплекса во всем мире и в России. Применение в геномной инженерии эндонуклеазных технологий ZFN, TALEN и особенно CRISPR/Cas9 – эффективный метод изменения состава молока сельскохозяйственных (с./х.) животных замещением генов эндогенных молочных белков с целью улучшения потребительских качеств молока, для использования молочной железы животного как биореактора для продукции рекомбинантных белков [1]. Трансгенные с/х. животные, в том числе кролики, перспективны в качестве биореакторов для продукции рекомбинантных белков фармакологического назначения с молоком или кровью. Кролик, как одно из самых маленьких с/х. животных, не только хорошая модель для испытания и отработки новых геномных технологий, но и легко возобновляемый продуктивный источник таких белков в экспериментальном и промышленном масштабе [2]. Уровень кислого сывороточного протеина (WAP) в молоке кролика достигает 15 г/л [3], что делает ген WAP перспективным кандидатом для замены геном целевого белка для технологии CRISPR/Cas9. К настоящему времени нами не

обнаружено публикаций о модификации гена WAP кролика с использованием эндонуклеазных технологий. Для оценки эффективности сайт-специфической интеграции трансгена на эмбриональном уровне в условиях *in vitro* с применением CRISPR/Cas9 на первом этапе нашей работы была создана генетическая конструкция, включающая в себя ген зеленого флуоресцентного белка под цитомегаловирусным промотором (фрагмент *cmvEGFbGHPpolyA*), фланкированный плечами гомологии к 5'- и 3'- областям гена WAP кролика. Были подобраны последовательности направляющих РНК (нРНК) для делеции фрагмента гена WAP, разработана система оценки потенциальных генетических модификаций: делеций, инсерций, репарации гена гомологичной рекомбинацией с участием ДНК-матрицы (генетической конструкции) [4].

Последовательность гена кислого сывороточного протеина кролика была взята из базы данных GenBank (запись NC_013678). Геномная ДНК кролика калифорнийской породы была выделена из уха. Сиквенс клонированной 5' области гена WAP кролика показал 100% совпадение последовательности с опубликованной. Направляющие РНК подбирали с помощью доступных on-line программ СНОРНОР, CRISPR direct, CRISPOR v.4.8. Для создания компонентов CRISPR/Cas9 использовали плазмиду рХ330-U6-Chimeric_BB-CBh-hSpCas9 (Addgene plasmid # 42230, далее - рХ330) [5]. ПЦР-амплификаты 5' и 3' плечей гомологии (5'НА и 3'НА), полученные с использованием праймеров, содержащих соответствующие сайты рестрикции, клонировали в плазмиду-вектор рTZ57R/T. В результате стандартных процедур была получена плазида рTZHArbWAP, содержащая плечи гомологии 5'НА и 3'НА к гену WAP, на стыке которых интегрирован сайт для рестриктазы *EagI*.

Фрагмент *cmvEGFP-bGHPpolyA* с *EagI* липкими концами, вырезанный и очищенный из ранее созданной нами плазмиды, клонировали в подготовленную рTZHArbWAP. В результате была получена плазида рWAPcmvEGFP, которую в кольцевом или линейаризованном виде, вырезав генную конструкцию, можно использовать в качестве ДНК-матрицы для гомологичной рекомбинации с геном WAP с применением CRISPR/Cas9-компонентов. Рестриктный анализ плазмиды показал, что фрагмент *cmvEGFP-bGHPpolyA* в ней обратно ориентирован: поскольку вставка представляет собой независимую кассету экспрессии, ее ориентация в данном случае имеет значение только для последующей ПЦР-детекции. С олигонуклеотидами для получения нРНК, обработанными по протоколу [6], были созданы плазмиды рХ330-511, рХ330-51-, рХ330-33 и рХ330-31, кодирующие Cas9 и нРНК к соответствующим сайтам гена WAP (рисунок).

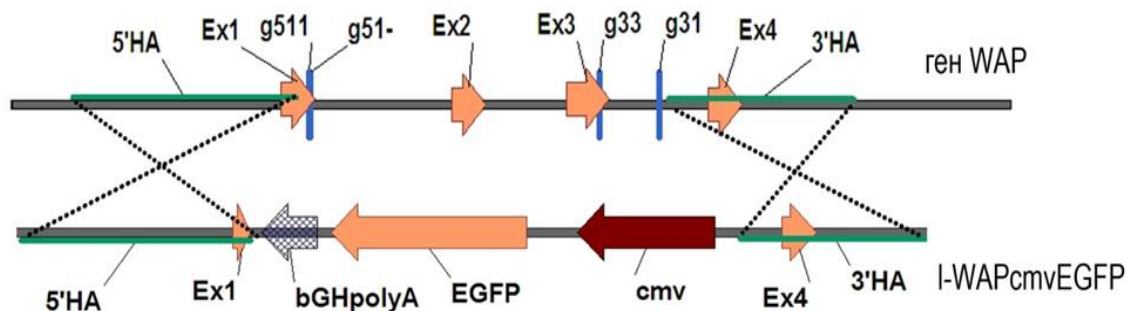


Рисунок – Схема гомологичной рекомбинации генной конструкции WAPcmvEGFP с геном gbWAP при использовании метода CRISPR/Cas9.

Примечание. G511, g51-, g31, g33 – мишени нРНК; 5'НА и 3'НА - плечи гомологии; показаны структурные элементы гена и конструкции.

Таким образом, нами получены сайт-специфичные к нуклеотидным последовательностям гена WAP компоненты CRISPR/Cas9 системы в плазмидной форме, а также ДНК-матрица, содержащая плечи гомологии к этому гену. Разработана

стратегия оценки потенциальных модификаций гена WAP с использованием полимеразной цепной реакции. ДНК-матрица, содержащая фрагмент *cmvEGFP-bGHpolyA*, в совокупности с плазмидами pX330-511, pX330-53, pX330-33 и pX330-31 предназначена для оценки эффективности работы компонентов системы CRISPR/Cas9 в условиях *in vitro*. Плазмида pTZHArbWAP предназначена для интеграции в нее нуклеотидных последовательностей биологически активных белков с перспективой получения ГМ кроликов, продуцирующих рекомбинантные белки с молоком вместо кислого сывороточного протеина.

Литература

1. Шепелев М. В., Калининченко С. В., Дейкин А. В., Коробко И. В. Получение рекомбинантных белков из молока трансгенных животных: современное состояние и перспективы // АСТА NATURAE. 2018. Т.10. № 3(38). С.42–50.
2. Bosze Z., Hiripi L., Carnwath J. W., Niemann H. The transgenic rabbit as model for human diseases and as a source of biologically active recombinant proteins // Transgenic. Res. 2003. Vol. 12. P. 541–553.
3. Maertens L., Lebas F., Szendrő Zs. Rabbit milk: a review of quantity, quality and non-dietary affecting factors // World Rabbit Sci. 2006. Vol. 14. P. 205–230.
4. Колоскова Е. М., Каркищенко В. Н., Езерский В. А., Петрова Н. В., Максименко С. В. Трансгенные и нокаутные кролики в биомедицине и генотерапии. CRISPR/CAS9-технологии (обзор) // Биомедицина. 2019. № 4. С.12–33.
5. Мензоров А. Г., Лукьянчикова В. А., Кораблев А. Н., Серова И. А., Фишман В. С. Практическое руководство по редактированию геномов системой CRISPR/Cas9 // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 6. С. 930–944.

UDC 575.224.46; 575.2.084

Ezerskii V. A., Koloskova E. M., Trubitshina T. P.

Green fluorescent protein gene for site-specific integration into the locus of the rabbit whey acidic protein gene.

Summary. The high content of whey acidic protein in rabbit milk makes the gene of this protein a promising candidate for its replacement by the gene of pharmacologically active protein using the CRISPR/Cas9 system. The plasmid that contains 5' and 3' arms of homology to the rabbit WAP gene was created. A fragment containing a green fluorescent protein gene under the CMV promoter has been integrated into this site. A strategy of making double-stranded cuts in the gene WAP and receiving four pX330 plasmids encoding the endonuclease Cas9 and guide RNAs was developed. The plasmid containing a fragment *cmvEGFP* was designed for site-specific integration by homologous recombination into the gene WAP to assess the effectiveness of site-specificity of components of the CRISPR/Cas9 *in vitro*.

Keywords: genetic construction, whey acidic protein, CRISPR/Cas9, EGFP, rabbit.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-21-1

УДК 623.7:623.98

Зеленский Роман Александрович, Пачкин Алексей Александрович, Иванисова Мария Владимировна, Кремнева Оксана Юрьевна

Эффективность отлова хлопковой совки в агронозе подсолнечника светодиодными ловушками

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»
e-mail: zelenskyj00@mail.ru

Большая значимость подсолнечника в сельском хозяйстве обусловлена в первую очередь высокой масличностью культуры – более 50 %. Мировые площади возделывания составляют более 22 млн га. В Российской Федерации под подсолнечником занято около 8 млн га, в Краснодарском крае насчитывается более 385 тыс га [1].

Широкий спектр многоядных вредителей способен существенно снизить урожайность подсолнечника, что создает необходимость постоянного мониторинга и снижения численности вредителей. Одним из таких вредителей является хлопковая совка.

В Российской Федерации хлопковая совка имеет большое распространение в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, и, в отдельные годы, способна приводить к огромным потерям урожая [2].

Появление на отечественном рынке светодиодов, обладающих высоким световым излучением, низким уровнем потребления электроэнергии и долгим сроком службы, являлось предпосылкой к созданию новых энергосберегающих устройств для мониторинга насекомых-вредителей [3].

Цель исследований – сравнительная оценка эффективности светоловушек различных конструкций по отлову хлопковой совки в агроценозе подсолнечника.

Эксперименты осуществляли при помощи ловушек: конической КЛП-1 (патент РФ №129363 от 27.06.2013) [4] и аспирационной ЛСА-3 (патент РФ № 186343 от 16.01.2019) [5]. В качестве привлекающего элемента в данных устройствах используются светодиоды различной длины волны [6]. Исследования проводили в станции Калининской на фермерских посевах подсолнечника в июле и августе 2019 г. Полигон исследований расположен на территории Азово-Кубанской низменности в пределах степной природно-климатической зоны. Согласно схеме агроклиматического районирования Краснодарского края (Нагалецкий, Чистяков, 2003), район исследований расположен в III агроклиматической зоне, которая характеризуется умеренным увлажнением (коэффициент увлажнения составляет 0,3–0,4) с годовым количеством осадков 600–700 мм. Сумма активных температур свыше 10 °С за период активной вегетации растений составляет 3000–3200 °С.

Критериями оценки эффективности ловушек являлись среднее количество отловленных особей хлопковой совки за период исследований и общее количество пойманных насекомых. Как видно из рисунка 1, в ходе испытаний более эффективной по отлову хлопковой совки оказалась аспирационная ловушка. В период максимального лета насекомых (13 августа) аспирационной ловушкой было отловлено в 6,5 раз больше особей, чем конической.

Всего за период исследований было отловлено аспирационной ловушкой 854 особи, конической – 235. Динамика отлова хлопковой совки по датам представлена на рисунке.

Как видно из приведенных данных, количество отловленных особей в ловушках различных конструкций различно, что в первую очередь зависит от конструктивных особенностей аспирационной и конической светоловушек. Однако данное исследование показало высокую эффективность отлова целевого вредителя – хлопковой совки светоловушками. В связи с тем, что данные ловушки привлекают самцов и самок, это позволяет проводить не только мониторинг, но и массово бороться с вредителем.

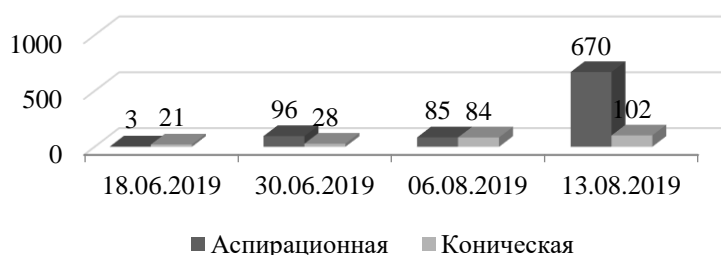


Рисунок – Динамика отлова хлопковой совки при помощи светоловушек

Литература

1. Россельхозцентр. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosselhoccenter.com/> (дата обращения 09.10.2019).
2. Совкообразные – вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: научно-методическое издание // Ред. Артохин К. С., Полтавский А. Н., Матов А. Ю., Щуров В. И. Ростов-на-Дону: Изд-во «Foundation», 2017. 376 с.
3. Суринский Д. О. Параметры и режимы энергосберегающего электрооптического преобразователя для мониторинга насекомых-вредителей. Дисс. ...канд. техн. наук. Барнаул: Алтайский государственный технический университет, 2013. 126 с.

4. Патент на полезную модель № 129363. Ловушка для насекомых // Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Худой Ф. Ф., Ермоленко С. А. 27.06.2013.
5. Патент на полезную модель № 186343. Ловушка для насекомых // Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Ермоленко С. А., Мкртчян А. Г., Кремнева О. Ю. 16.01.2019.
6. Пачкин А. А., Попов И. Б., Кремнева О. Ю., Зеленский Р. А. Применение светоловушек для отлова насекомых в агроценозе подсолнечника // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 12. С. 73–76.

UDC 623.7:623.98

Zelensky R. A., Pachkin A. A., Ivanisova M. V., Kremneva O. Y.

Effectiveness of LED traps for monitoring and controlling cotton bollworm in sunflower crops

Summary. Sunflower is one of the strategic crops in the Krasnodar Territory. The lack of timely monitoring, the widespread and repeated use of chemical insecticides has led to pests resistance to them. This situation creates a need for new methods of monitoring and protecting the crops from economically significant insects. The purpose of these studies was to identify the effectiveness of LED traps for monitoring and controlling *Helicoverpa armigera*. The paper presents a comparative analysis of captured insects using aspiration and conical traps. The dynamics of captured insects and the possibility of using these devices as a means of monitoring and reducing the number of cotton scoops are shown.

Keywords: monitoring, sunflower, cotton bollworm, light traps.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-130

УДК 636.92

Зубоченко Денис Викторович¹, Остапчук Павел Сергеевич¹, Зубоченко Алла Анатольевна¹, Куевда Татьяна Алексеевна¹, Ильязов Роберт Гиниятуллович²

Особенности накопления йода в мясе кроликов на фоне использования липосомальной формы антиоксидантов

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²АН Республики Татарстан

e-mail: ostapchuk_p@niishk.ru

В организм человека йод поступает с пищевыми продуктами животного (около 60 %) и растительного происхождения (34–35 %), с водой, воздухом (2–3 %). Содержание йода в продуктах питания существенно различается в зависимости от сезона года, региона, кулинарной обработки, и длительности хранения пищевых продуктов [1]. Вместе с тем, в России большинство регионов являются йоддефицитными, к таковым относится и Крым [2]. Для профилактики микроэлементозов у людей вместе с обогащением микроэлементами растительных продуктов питания, разрабатывают новые технологии получения обогащенного йодом мяса и мясных продуктов. Один из инновационных способов коррекции дефицита микроэлементов у человека – их добавление к кормам для сельскохозяйственных животных и птицы с целью обогащения продуктов питания органическими формами микроэлементов [3]. К примеру, содержание йода в продуктах птицеводства [4–6] и свиноводства [7] находится в прямой зависимости от содержания йода в корме. Практически не изучен этот фактор в кролиководстве, поэтому основной целью исследований стало изучение степени накопления йода в мясе кроликов на фоне применения липосомальной формы антиоксидантов с повышенным содержанием йода.

Опыт проводили в 2019 г. на кроликах калифорнийской породы. Сформировано три группы: первая (контрольная) – основной рацион (ОР); вторая (опытная) – ОР + липосомальная форма антиоксидантов (ЛФА) с содержанием фукуса Белого моря; третья (опытная) – ОР + ЛФА с содержанием ламинарии Белого моря. Введение антиоксидантов – из расчета 250 г на тонну кормовой смеси в виде гранул.

Химический анализ макро- и микроэлементов в мясе проводили в соответствии с действующими методиками ГОСТ в агрохимлаборатории ФГБУН «НИИСХ Крыма».

У животных второй опытной группы, отмечено достоверное преимущество по содержанию азота (рисунок 1) на 0,15 мг/кг (4,2 %) ($p \leq 0,05$).

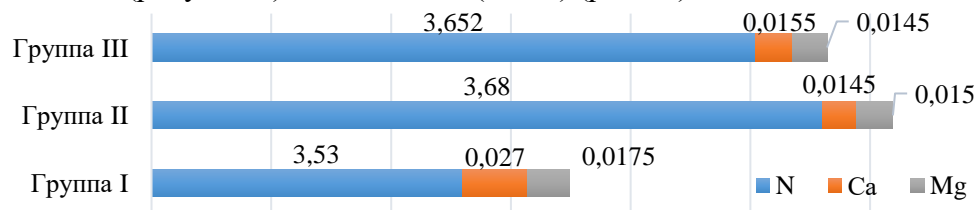


Рисунок 1 – Содержание макроэлементов в мясе кроликов, мг/кг

Отмечено достоверное превышение содержания йода в мясе у второй группы кроликов – разница 81,0 мкг или 551 %, а у животных третьей группы – 34,45 мкг или 234,1 % (рисунок 2).

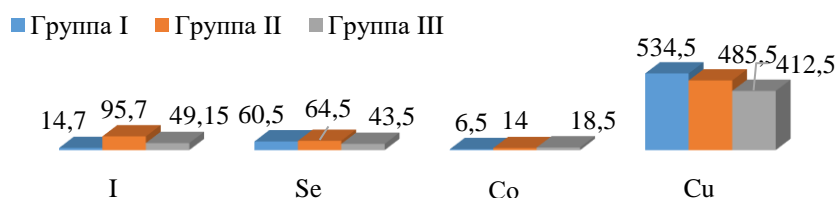


Рисунок 2 – Содержание микроэлементов в мясе кроликов, мкг/кг

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что мясо кроликов опытных групп имеет достоверное преимущество по содержанию азота на 4,2 %, что свидетельствует о повышенном белковом обмене, и йода – на 234,1–551,0 %, что способствует, в целом, повышению биологической ценности мяса кроликов на фоне обогащения рациона липосомальной формой антиоксидантов с повышенным содержанием йода.

Литература

1. Блоцкая А.Г., Гольдберг М.А., Кузьмина О.Н. Биохимическая роль йода в организме человека. Определение йода в соли // Репозиторий БНТУ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27388/Biohimicheskaya_rol_joda_v_organizme_cheloveka_Opredele_nie_joda_v_soli.pdf?sequence=1. (дата обращения 13.04.2020).
2. Кутузова Л. А., Лебедева А. М., Узбекова Л. Д. Актуальность проблемы йододефицита в Крымском регионе за последние десятилетия // Электронный научный журнал «Международный студенческий научный вестник». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eduherald.ru/pdf/2018/6/19302.pdf>. (дата обращения 13.04.2020).
3. Лисицын А. Б., Чернуха И. М. Прижизненная оптимизация качества мяса животных // Зоотехния. 2003. № 10. С. 29–31.
4. Спиридонов А. А., Мурашова Е. В., Кислова О. Ф. Обогащение йодом продукции животноводства. Нормы и технологии. Санкт-Петербург: ООО «СПС-Принт», 2011. 116 с.
5. Олива Т. В., Горшков Г. И. Обогащение йодом и повышение пищевой ценности птицеводческой продукции: мяса и яиц // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 612.
6. Шевченко А. И., Шевченко С. А., Багно О. А., Алексеева А. И. Химический состав мышечной ткани различных видов сельскохозяйственной птицы при скармливании микродобавок селена и йода // Вестник НГАУ. 2015. № 2 (35). С. 76–82.
7. Flachnowsky G., Berk A., Meyer U. Zum iodtransfer vom futter in fleisch und andere lebensmittel tierischer herkunft // Fleischwirtschaft. 2007. No. 7. P. 83–87.

UDC 636.92

Zubochenko D. V., Ostapchuk P. S., Zubochenko A. A., Kuevda T. A., Piyazov R. G.
Features of iodine accumulation in rabbit meat on the background of the use of liposomal form of antioxidants

Summary. The degree of accumulation of iodine in rabbit meat on the background of the use of liposomal form of antioxidants with an increased content of iodine was the key

aim of our research. Meat of rabbits of experimental groups contains 4.2 % more nitrogen than the meat of control one; this indicates an increased protein metabolism. The content of iodine also increases by 234.1–551.0 % on the background of enrichment of the diet with a liposomal form of antioxidants with an increased iodine content.

Keywords: California Breed rabbits, liposomal form of antioxidants, meat, iodine.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-131-21

УДК 620.2:635.64-152(470.46)

Измаилова Диляра Сейтвелиевна

Оценка потребительских свойств коллекционных образцов томата в условиях Республики Крым

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: izmailova.dilyara@bk.ru

В ассортименте овощной продукции томаты занимают лидирующие позиции. Плоды и продукты переработки томата пользуются большим спросом благодаря высоким вкусовым качествам и содержанию биологически активных веществ и витаминов В1, В2, РР, Е, А и др. Высокие питательные и диетические качества имеют консервированные томаты и продукты их переработки – томатный сок, паста, пюре, соусы.

Наибольшие площади, занятые под томаты, находятся в США, Италии, Китае, Турции, Египте, Испании, Румынии, Греции, Болгарии. Максимальная урожайность отмечена в Нидерландах – 256 т/га, Великобритании – 175 т/га, Бельгии – 155 т/га, США – 59 т/га [2]. В настоящее время в Крыму под томатами ежегодно занимают в хозяйствах всех форм собственности около 5 тыс. га орошаемой пашни. На данный момент производство томатов в Республике Крым не может полностью удовлетворить потребности населения в этом овоще. Завезенные из стран дальнего и ближнего зарубежья (Турции, Молдавии, Болгарии, Голландии) сорта и гибриды томатов являются дорогостоящими и зачастую имеют низкие вкусовые и качественные показатели плодов [3].

Целью наших исследования являлось изучение потребительских свойств 6 сортов томата отечественной селекции. В соответствии с поставленной целью решали следующие задачи: исследование товароведных характеристик томатов; изучение сохранности сортов томата и проведение органолептической оценки изучаемых образцов. Объектами исследований являлись 6 гибридов отечественной селекции, выращенные в Республике Крым: Мобил, Булат, Дубок, Розалина, Волгоградец, Лакомка. Селекционную работу проводили на землях ФГБУН «НИИСХ Крыма» в отделе селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур в с. Укромное, расположенного в 12 км на северо-восток от г. Симферополя. Научно-исследовательскую работу проводили согласно методикам [4, 5], При проведении экспериментальных исследований использовали стандартные методы, а также современные физико-химические методы анализа. Содержание сухих веществ определяли путем высушивания до постоянной массы, сахара – феррицианидным методом, общую кислотность – титрованием 0,1 н щелочью [1].

Результаты проведенных исследований показали, что изучаемые нами образцы различались по окраске, размеру и средней массе плодов (таблица).

Наибольшая масса плода отмечена у сортов Розалина и Волгоградец, которая составила 105,3 и 107,3 г. Все изучаемые образцы имели округлую форму плода. Морфометрические измерения изучаемых образцов показали, что диаметр плодов в среднем составил 7-8 см, у плодов сорта Розалина и Волгоградец максимальный диаметр плода составил 9,17 и 9,45 см.

Органолептические показатели плодов играют важное значение в оценке качества сортов томата. Среди них наиболее значимыми являются внешний вид, вкус, толщина кожицы, сочность плодов и консистенция мякоти.

Таблица - Товарная характеристика томата

Сорт	Средняя масса плода, г	Размер плода по наибольшему диаметру, см	Окраска плода	Форма плода
Мобил	73,5±5,4	7,96 ± 0,4	красная	округлая
Булат	88,2±4,2	8,32 ± 0,5	красная	округлая
Дубок	76,3±3,1	7,14 ± 0,3	красная	округлая
Розалина	105,3±4,5	9,17 ± 0,2	розовая	округлая
Волгоградец	107,3±2,5	9,45 ± 0,4	красная	округлая
Лакомка	78,5±6,7	7,49 ± 0,2	розовая	округлая

Проведенная нами органолептическая оценка изучаемых образцов показала, что по 5-бальной шкале наиболее высокую оценку получили сорта томата Лакомка, Розалина, Булат за хороший товарный вид и высокие вкусовые качества. Самую низкую оценку по внешнему виду получил сорт Волгоградец, так как плоды данного сорта имеют дефекты развития, и растрескивания кожицы в верхней части плода.

На основании проведенных нами исследований рекомендованы для возделывания в овощеводческий хозяйствах Республики Крым сорта томата отечественной селекции Розалина, Лакомка и Булат, обладающие высокими вкусовыми и товарными качествами и представляющие интерес для потребителей.

Литература

1. Коринец В. В. Технология возделывания и хранения салатных сортов томата: рекомендации. Астрахань: Российская академия с.-х. наук; ГНУ ВНИИОБ; ФГОУ ВПО «АГТУ»; Министерство сельского хозяйства Астраханской области, 2010. 24 с.
2. Авдеев А. Ю. Селекция и испытание сортов томатов для индивидуальных и коллективных хозяйств Нижнего Поволжья. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Астрахань, 2006.
3. Литвинов С. С., Шатилов М. В. Производство и потребление овощей в странах мира и России // Эффективность овощеводства России (анализ, стратегия, прогноз). «Всероссийский НИИ овощеводства». М., 2015. С. 23–44.
4. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве // Под ред. Белика В.Ф. М.: Агропромиздат, 1992. 317 с.
5. Методические указания по изучению и поддержке мировой коллекции овощных пасленовых культур (томаты, перец, баклажаны). Л., 1977. 39 с.

UDC 620.2:635.64-152(470.46)

Izmailova D. S.

Evaluation of consumer properties of collection samples of tomato under conditions of the Republic of Crimea

Summary. The aim of our research was to study the consumer properties of six varieties of tomatoes bred in the Russian federation. The following tasks were solved to achieve the desired goal: research of the commodity characteristics of tomatoes, studying the safety of tomato varieties, and carrying out an organoleptic assessment of the samples under study. We studied six hybrids, namely ‘Mobil’, ‘Bulat’, ‘Dubok’, ‘Rosalina’, ‘Vologradets’, and ‘Lakomka’ that were cultivated in the Republic of Crimea. Breeding work was carried out on the experimental fields of the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea” in the Department of Breeding and Seed Growing of Vegetable and Melon Crops. Based on our studies, tomato varieties ‘Rosalina’, ‘Lakomka’ and ‘Bulat’, which are high in quality and excellent in taste, are recommended for cultivation in the Republic of Crimea.

Keywords: tomato, variety, breeding, consumer properties, fruit weight, fruit color, organoleptic characteristics.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-131

УДК 575.224.46; 575.2.084

Колоскова Елена Михайловна, Езерский Вадим Аркадьевич, Трубицина Татьяна Петровна

Влияние микроинъекции компонентов CRISPR/Cas9 в плазмидной форме на развитие эмбрионов кролика при культивировании *in vitro*

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; e-mail: heleko3@yandex.ru

По сравнению с классическим трансгенезом современные технологии дают возможность получения животных с расширенным диапазоном модификаций (сайт-специфической вставки конкретной геномной последовательности, нокаутом одного или нескольких целевых генов одновременно) в применении к оплодотворенным яйцеклеткам методом микроинъекции (МИ) с очень высокой эффективностью. Для точного мечения определенных молекул и клеток часто используют экспрессию генов цветных флуоресцентных белков под контролем специфического промотора, в частности, как показатель эффективности трансгенеза [1]. На основе плазмиды pX330-U6-Chimeric_BB-CBh-hSpCas9 (далее – pX330, Addgene plasmid # 42230), предназначенной для экспрессии в клетках млекопитающих [2], нами были получены плазмиды pX330-511, -51⁺, -33 и -31, кодирующие эндонуклеазу Cas9 и направляющие РНК к соответствующим сайтам гена кислого сывороточного протеина кролика (WAP) [3].

Все работы были выполнены на базе ВНИИФБиП животных в рамках госзадания 2019 года по теме 0445-2019-0030. Генная конструкция (ГК) l-WAPcmvEGFP [3], созданная в рамках того же госзадания, включала в себя фрагмент cmvEGFP-bGHpolyA, фланкированный плечами гомологии к последовательностям гена WAP кролика (*Oryctolagus cuniculus*). Было проверено влияние МИ в пронуклеус зигот разных концентраций созданных нами плазмид без/с линейризованным фрагментом l-WAPcmvEGFP, и отдельно – ГК, на развитие эмбрионов кролика калифорнийской породы при культивировании *in vitro* до стадии бластоцисты (около 96 часов). МИ в мужской пронуклеус зиготы проводили в камере Фонбрюна на установке, включающей инвертированный микроскоп с оптикой Номарского (Nikon), комплект манипуляторов и микроинъекторов (Narishiga). Бластоцисты, развившиеся из зигот, МИ смесью, содержащей ГК (смеси №3, №4 - таблица 1), для определения ее интеграции в геном визуально оценивали под люминесцентным микроскопом при освещении синим светом (рисунок). Эмбрионы, развившиеся до стадии бластоцисты-морулы, отбирали и замораживали для последующего анализа возможных генных модификаций методом полимеразной цепной реакции на амплификаторе ДНК «Терцик» («ООО ДНК-Технология»).

Таблица 1 – Состав смесей для микроинъекций кроличьих зигот

№	Компоненты	Концентрация, нг/мкл			
		Смесь №1	Смесь №2	Смесь №3	Смесь №4
1	l-WAPcmvEGFP	-	-	10	10
2	pX330-51 ⁺	2,5	5	2,5	-
3	pX330-511	2,5	5	2,5	-
4	pX330-31	2,5	5	2,5	-
5	pX330-33	2,5	5	2,5	-
	Итого:	10	20	20	10

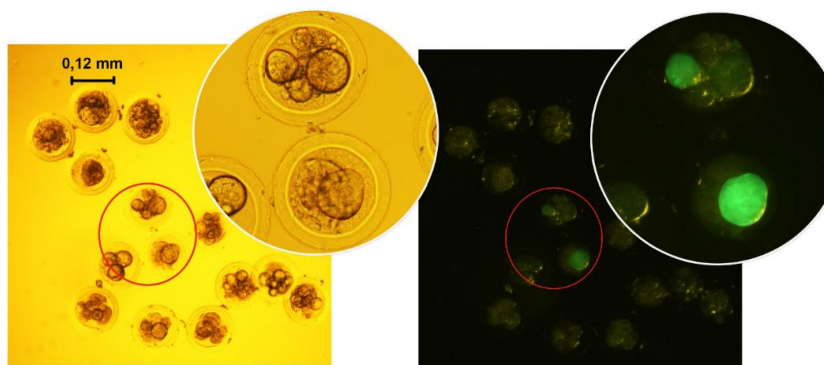


Рисунок – Эмбрионы кролика, культивированные *in vitro* на протяжении 5 суток после микроинъекции в пронуклеус смесью № 3

Примечание. Фотографии сделаны в видимом (слева) и в синем свете (справа). Несколько эмбрионов имеют зеленую флуоресценцию.

Была проведена оценка выживаемости эмбрионов, МИ различными комбинациями плазмид-компонентов CRISPR/Cas9 и/или линейной двухцепочечной ГК. Состав смесей для МИ кроличьих зигот представлен в таблице 1. Результаты культивирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Развитие *in vitro* кроличьих эмбрионов, микроинъекцированных разными комбинациями ДНК-компонентов

Группы, ДНК нг/мкл	Инъекциро-вано зигот	Культиви-ровано*	Развилось до стадии				Светились в УФ			
			2-16 клеток		Бластоцисты-морулы		2-16 клеток		Бластоцисты-морулы	
			п	%	п	%	п	%	п	%
Контроль, без МИ	-	70	2	3	67	96	-	-	-	-
Смесь №1, 10 нг/мкл	52	43	5	12	38	88	-	-	-	-
Смесь №2, 20 нг/мкл	33	32	5	16	27	84	-	-	-	-
Смесь №3, 20 нг/мкл	105	100	22	22	58	58	14	63	4	7
Смесь №4 10 нг/мкл	137	133	45	34	83	62	24	53	15	18

Примечание. *Общее время культивирования – около 96 часов.

Выявлено: смеси №1 и №2 (плазмиды pX330-511,-51-, -33 и -31, компоненты CRISPR/Cas9, подобранные к гену-мишени WAP) не оказывали существенного угнетения развития эмбрионов даже в концентрации 20 нг/мкл.

Как правило, при использовании CRISPR/Cas9 в плазмидной форме придерживаются концентрации около 5 нг/мкл [4]. Возможно, это объясняется тем, что ген WAP не является необходимым для развития эмбриона, не принадлежит генам «домашнего хозяйства». МИ 1-WAPcmvEGFP (смеси №3, №4) приводила к резкому снижению жизнеспособности эмбрионов, что скорее всего связано с суперэкспрессией зеленого флуоресцентного белка на 2-16-клеточной стадии развития.

Вероятно, на раннем этапе развития, неинтегрированная в геном ГК, обладающая собственным сильным промотором, становится объектом транскрипции до ее лизиса эндонуклеазами. Даже в случае гомологичной рекомбинации ГК с геном WAP, суперэкспрессия GFP могла привести к гибели эмбрионов на ранней стадии. Добавление к ГК компонентов CRISPR/Cas9 (смесь №3) снижало выживаемость. Свечение GFP в поле зрения люминесцентного микроскопа наблюдали на каждой стадии развития эмбрионов: на ранних стадиях оно было интенсивнее, чем на более поздних стадиях развития.

Литература

1. Chrenek P., Makarevich A.V. Analysis of transgenic rabbit vitrified embryos carrying EGFP gene // Slovak J. Anim. Sci. 2011. Vol. 44. No. 1. P. 1–5.
2. Cong L., Ran F.A., Cox D., Lin S., Barretto R., Habib N., Hsu P.D., Wu X., Jiang W., Marraffini L.A., Zhang F. Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas Systems // Science. 2013. Jan 3. DOI:10.1126/science.1231143 PubMed 23287718
3. Езерский В.А., Колоскова Е.М. Генетическая конструкция для замещения гена кислого сывороточного протеина кролика при использовании CRISPR/Cas9 метода // Проблемы биологии продуктивных животных. 2019. № 4. С. 22–35.
4. Honda A., Hirose M., Sankai T., Yasmin L., Yuzawa K., Honsho K., Izu H., Iguchi A., Ikawa M., Ogura A. Single-step generation of rabbits carrying a targeted allele of the tyrosinase gene using CRISPR/Cas9 // Exp. Anim. 2015. Vol. 64. P. 31–37.

UDC 575.224.46; 576.08

Koloskova E. M., Ezerskii V. A., Trubitshina T. P.

Effect of microinjection of CRISPR / Cas9 components in plasmid form on the development of rabbit embryos during *in vitro* culture

Summary. The survival rate of rabbit embryos microinjected by the plasmid form of CRISPR/Cas9 components specific to the sour whey protein gene was evaluated. At high concentrations of plasmid components, embryo survival decreased slightly, possibly because the WAP gene does not belong to the housekeeping genes. After microinjection of a genetic construct with a sequence of green fluorescent protein under a cytomegalovirus promoter, the embryo survival significantly decreased. This is most likely due to the superexpression of GFP at the 2-16 cell stage of development.

Keywords: microinjection, embryo, whey acidic protein, CRISPR/Cas9, EGFP, rabbit.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-131-1

УДК 631.67

Кременской Владимир Иванович, Джапарова Айше Музафаровна Совершенствование внутрипочвенного и капельного орошения сельскохозяйственных культур

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: kv19497@rambler.ru

Разработка современных водосберегающих способов полива является важным условием в повышении продуктивности орошаемых сельскохозяйственных культур. Внутрипочвенное и капельное орошение являются разновидностями технологий, которые входят в состав микроорошения и локального увлажнения почвы. Цель исследований: провести анализ путей развития и совершенствования систем внутрипочвенного и капельного орошения в Крыму, выявить перспективы развития и эффективность данных способов полива.

Впервые изучение внутрипочвенного орошения (ВПО) в Крыму было организовано в 1934–1938 годах Корневым В. Г. на Сакском опорном пункте Крымской опытно-мелиоративной станции. Была построена открытая абсорбционная система подпочвенного орошения на площади 0,5 га. Начиная с 1952 г. наибольшее распространение получили трубчатые системы ВПО, увлажнители которой выполнялись из керамических и полиэтиленовых перфорированных трубок. Для увеличения контура увлажнения и уменьшения удельного впитывания может использоваться полиэтиленовый экран, уложенный сверху и снизу трубки [1].

В настоящее время в качестве увлажнителей используются: ленточные трубопроводы, микропористые шланги, трубки Agrodrip, поливные трубки с смонтированными капельницами, установленными на определенном расстоянии. Исследования по использованию поливных трубопроводов систем капельного орошения (КО) в качестве увлажнителей для ВПО проводились в степном регионе

Крыма в с. Желябовка Нижнегорского района на лугово-черноземных, карбонатных тяжелосуглинистых почвах.

До 1990 г. в Крыму внутрипочвенно орошались сады, виноградники и однолетние сельскохозяйственные культуры на площади 95 га [2]. В данное время отечественными и зарубежными предприятиями выпускается качественное оборудование для систем КО, которое можно использовать и для ВПО. Преимуществом ВПО является внутрипочвенная укладка увлажнителей, которая защищает их от поломок, воздействия солнца, разворовывания и обеспечивает непосредственную подачу воды к корням растений. Подземная среда менее агрессивна, чем поверхность почвы.

Системы капельно-внутрипочвенного орошения (КВО) получают все большее распространение в России и за рубежом, значительные площади сельскохозяйственных культур выращиваются по данной технологии. В 2018 г. на землях отдела селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма» в с. Укромное Симферопольского района на площади 160 м² была построена система КВО. Увлажнители из поливной трубки «Rain Birol» (США) диаметром 17 мм с водовыпусками через 0,33 м уложены на глубину 0,20 м, расстояние между рядами 0,7 м. Исследования проводились по изучению влияния внутрипочвенного орошения сахарной свеклы на семена. За вегетацию (2018–2019 гг.) проведено 17 поливов, оросительная норма 2580 м³/га.

Поливные трубопроводы на зимний период не убираются и служат 15 и более лет. При капельно-внутрипочвенном орошении происходит экономия поливной воды на 30–40 % относительно капельного полива. В перспективе решаются вопросы о внедрении внутрипочвенного орошения в Крыму компанией «Netafim» Израиль.

Крымский полуостров является пионером внедрения капельного орошения виноградников и плодовых культур в странах постсоветского пространства. Началом применения капельного орошения в Крыму считается 1976 г., когда в совхозе–заводе «Солнечная долина» Судакского района на площади 11,4 га была построена система капельно–инъекционного полива виноградников. В советский период, в основном, системы капельного орошения использовали капельницы: «Таврия» – поплавковая, разработанная отделом ПТБ «Водиндустрия» ИГиМ УААН; «К–383» НИИОС г. Мелитополь; с двумя водовыпусками фирмы «Rain Bird» (США). Крым был своеобразным полигоном для испытания систем капельного орошения, здесь были представлены практически все типы и разновидности локального орошения: капельное, капельно–инъекционное, капельно–импульсное, подкрановое, микродождевание [3].

С 2000 г. начинается строительство систем капельного орошения нового поколения, используется зарубежное оборудование производства Израиль, Италия, США и др. Применяются поливные трубопроводы со встроенными проходными капельницами диаметром 12–16 мм. Произошел переход от очагового увлажнения почвы до полосового вдоль ряда посадок, что позволило одновременно с орошением производить и другие сельскохозяйственные работы. В таблице представлены орошаемые площади по годам, в том числе и с микроорошением.

Доля площадей с капельным орошением в процентном отношении стабильно увеличивается, что подтверждает высокую эффективность этого способа полива.

Совершенствование капельного орошения происходит по следующим направлениям: модернизация конструкций поливных трубопроводов и водовыпусков; технологий и устройств очистки поливной воды; разработка новых узлов ввода растворов в оросительную сеть; внедрение механизации при укладке поливных трубопроводов в почву; усовершенствование расчета поливных норм и технологий полива сельскохозяйственных культур; автоматизация систем локального полива.

Таблица – Площади орошения в Крыму

Год	Всего полито земель, тыс. га	Капельное орошение, тыс. га	Доля капельного орошения от всех орошаемых земель
1990	364,0	1,8	0,5
2010	139,4	9,1	6,5
2013	136,8	14,4	10,6
2014	17,7	5,4	30,2
2020	19,4	13,1	67,5

Литература

1. Терпигоров А.А., Грушин А.В., Гжибовский С.А. Технология и техника микроорошения локальных систем // Мелиорация и водное хозяйство. № 11. 2017. С. 22–26.
2. Акутнева Е.В. Применение внутрпочвенного орошения в плодоводстве // Theoretical & Applied Science. № 10 (18). 2014. С. 41–44.
3. Боровой Е.П., Ходяков Е.А., Кременской В.И., Джапарова А.М. Этапы развития капельного орошения в Крыму // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. № 2 (58). 2020. С. 34–39.

UDC 631.67

Kremenskoj V. I., Dzhaparova A. M.

Improvement of intra-soil and drip irrigation of agricultural crops

Summary. The work is devoted to the development and improvement of subsurface and drip irrigation systems for agricultural crops in the Crimea. The analysis of the stages of micro-irrigation development is carried out. In our research, we used general scientific methods for collecting and systemizing information on irrigation systems. The efficiency and reliability of the operation of individual units of subsurface and drip irrigation systems have been revealed. The main directions of improvement of micro-irrigation systems were determined.

Keywords: micro-irrigation, drip irrigation, irrigation system, pipeline, technology.

DOI 10.33952/2542-0720-2020- 5-9-10-133

УДК 636.5

Кувейда Татьяна Алексеевна, Остапчук Павел Сергеевич

Развитие бройлеров на фоне использования эфирного масла чабера горного

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: ostapchuk_p@niishk.ru

Полезные свойства растительных экстрактов, входящих в состав кормовых добавок в животноводстве и птицеводстве в последнее время используются все чаще. Растительные продукты содержат активные вещества в различных количествах, у разных видов растений их активность варьирует в значительной степени в зависимости от сроков сбора, технологий сушки и экстракции [1]. Сообщается о положительном воздействии лекарственных растений, содержащих карвакрол, употребление которых стимулирует потребление корма, регулирует моторику и секрецию желудочно-кишечного тракта, улучшает процессы пищеварения, и последующего увеличения веса у цыплят-бройлеров [2].

Эфирные масла (гидродистиллированные экстракты летучих растительных соединений) привлекли большое внимание благодаря своим антимикробным и стимулирующим рост сельскохозяйственных животных свойствам [3].

Исходя из анализа литературных источников, основной целью исследований стало изучение эффективности использования эфирного масла чабера горного (*Satureja montana*) в кормлении цыплят-бройлеров.

Опыт по изучению эффективности использования эфирного масла чабера горного (*Satureja montana*) в кормлении цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» был проведен на базе отделения полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма». Методы

исследований – общепринятые зоотехнические, статистические. Условия содержания птицы – клеточные. Кормление (основной рацион, ОР) – готовые полнорационные кормовые смеси в соответствии с физиологическими нормами. Количество голов в опытных и контрольной группах – по 30. Изучаемые факторы: контрольная группа (I группа) – ОР; опытная (II группа) – ОР + эфирное масло чабера горного (0,2 мл на 30 голов спреем с последующим тщательным размешиванием комбикорма); опытная III группа – ОР + эфирное масло чабера горного разведённое (с содержанием эфирного масла чабера горного в растворе не менее 50 мг/л). Разведённое масло добавляли из расчета 150 мл раствора на 1 т воды.

На рисунке приведены данные развития цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500», получавших добавку в виде эфирного масла чабера горного. Отмечено высокодостоверное ($p \leq 0,01-0,001$) преимущество у цыплят-бройлеров при взвешивании в возрасте одного месяца над контрольными на 172,2 г, получавших эфирное масло в чистом виде и на 150,7 г, получавших водяной раствор эфирного масла. В возрасте перед убоем (45 дней) данное преимущество сохранялось, что проявилось в увеличении массы – на 172,2 и 150,7 г соответственно.

Анализ подсчета красных и белых клеток крови показал, что достоверное ($p \leq 0,05$) преимущество по содержанию эритроцитов наблюдалось у цыплят опытной группы, получавших масло без разведения на 0,53 кл./л (или 18,2 %), до $3,47 \pm 0,09$ кл./л, однако разница находится в пределах нормы.

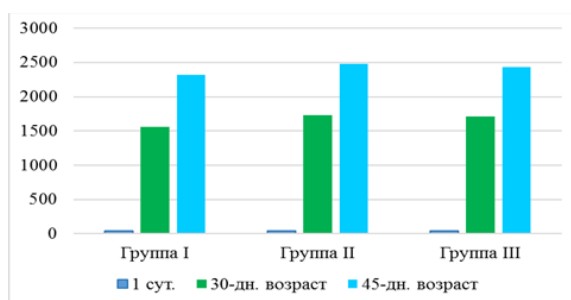


Рисунок 1 – Динамика живой массы бройлеров Кобб-500

Таким образом, в ходе исследований эффективности введения эфирного масла чабера горного отмечено высокодостоверное ($p \leq 0,01-0,001$) преимущество у цыплят-бройлеров при взвешивании в возрасте перед убоем на 9,7–11,0 %.

Литература

1. Marzoni M., Chiarini R., Castillo A., Romboli I., De Marco M., Schiavone A. Effects of dietary natural antioxidant supplementation on broiler chicken and Muscovy duck meat quality // Animal Science. Papers and Reports. 2014. Vol. 32. No. 4. P. 359–368.
2. Khaligh F., Sadeghi G., Karimi A., Vaziry A. Evaluation of different medicinal plants blends in diets for broiler chickens // Journal of Medicinal Plants Research. 2011. No. 5. P. 1971–1977. [Electronic resource]. Access point: https://www.researchgate.net/publication/228472273_Evaluation_of_different_medicinal_plants_blends_in_diets_for_broiler_chickens (reference's date 05.03.2020).
3. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 16–38. DOI: 10.25637/TVAN2018.01.02.

UDC 636.5

Kuevda T. A., Ostapchuk P. S.

Effect of *Satureja montana* essential oil on growth performance of broiler chickens

Summary. To study the effect of *Satureja montana* essential oil on the performance of broiler chicken was the primary aim of this research. In the course of the studies, the highly reliable effectiveness of the mountain savory essential oil was noted. Broiler chickens weight increase before slaughter was 9.7 ($p \leq 0.01$) –11.0% ($p \leq 0.001$). Red blood cell

(RBC) and white blood cell (WBC) counts showed a significant ($p \leq 0.05$) increase in the erythrocyte content by 18.2 % (to 3.47 ± 0.09 cells per liter) in chickens of the experimental group that received *Satureja montana* essential oil without dilution.

Keywords: broilers, essential oil, live weight, red blood cells.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-32-1

УДК 632.08:632.4.01/08

Курилов Артём Андреевич, Кремнёва Оксана Юрьевна, Гасиян Ксения Эдиковна,
Зеленский Роман Александрович

Дистанционное обнаружение возбудителей болезней озимой пшеницы с помощью прибора ПСЛ-3

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»
e-mail: artiom.kuriloff@yandex.ru

Диагностика и контроль фитопатогенов является одной из основных проблем в современном сельском хозяйстве. По данным ФАО и ООН, потери от воздействия фитопатогенов составляют в развитых странах 10 %, в развивающихся – 20–50 %. В России потери урожая зерновых культур до 25 % вызывают ржавчина, септориозы, мучнистая роса, фузариоз, корневые гнили, болезни зимней гибели [1, 2]. Проведение эффективных и экономически обоснованных защитных мероприятий против болезней пшеницы во многом определяется возможностью раннего обнаружения инфекции и источников ее происхождения [3].

Целью наших исследований являлось испытание системы пробоотборник воздуха ПСЛ-3 совместно с беспилотным летательным аппаратом «Фитосан-1» для дистанционного мониторинга возбудителей болезней озимой пшеницы.

В 2019 г. были проведены полевые испытания модифицированного прибора ПСЛ-3 [4]. Испытания проходили на опытных полях ФГБНУ ВНИИБЗР. Тестовая площадка включала четыре сорта озимой пшеницы с разной степенью устойчивости, а именно: Курень (устойчивый), Бонус (умеренно-устойчивый), Аксинья (умеренно-восприимчивый), Краснодарская 99 (восприимчивый). Все четыре сорта были поделены на два варианта: первый – естественное заражение возбудителями пятнистостей и мучнистой росой и искусственно заражённый бурой ржавчиной *Puccinia recondita* Roberge ex Desm.; второй – обработанный фунгицидом «Фалькон», КЭ (норма расхода – 0,6 л/га). Площадь опытной делянки составляла 20 м². С каждого варианта отбирали по пять проб по диагонали. Высота БПЛА составляла 1 м над посевами пшеницы. Перед дистанционным отбором проб производился визуальный осмотр растений по классическим фитопатологическим методикам [3]. Для понимания эффективности разработанного прибора проведён забор проб ручным пробоотборником воздуха ОЗР-1мп. Учёт и взятие проб воздуха над посевами озимой пшеницы были осуществлены 29.04.2019, 07.05.2019 и 11.05.2019 в тёплую безветренную погоду. Фазы развития растений на момент отбора – конец трубкования, начало колошения.

В результате на инфекционном фоне с помощью приборов ОЗР-1мп и ПСЛ-3 выявлены следующие виды патогенов: *Alternaria alternata* Fr., *Blumeria graminis* DC., *Puccinia striiformis* Westend., *Pyrenophora tritici-repentis* Died., *Puccinia recondita* Roberge ex Desm. Число спор патогенов, отловленных с помощью приборов ОЗР-1мп и ПСЛ-3, представлена в таблице 1.

В ходе визуального осмотра растений наблюдали наибольшее развитие возбудителей жёлтой ржавчины – от 50–70 % и бурой ржавчины – от 25–40 %. Другие виды вышеперечисленных патогенов были в диапазоне развития от 5 до 10 %.

На фоне, обработанном фунгицидом «Фалькон», КЭ, выявлены патогены: *Alternaria alternata* Fr., *Blumeria graminis* DC., *Puccinia striiformis* Westend., *Pyrenophora tritici-repentis* Died., *Puccinia recondita* Roberge ex Desm. но с наименьшей степенью развития – от 2 до 5 %. Стоит отметить, что обработка фунгицидом повлияла на количество отловленных спор, которое составило от 2–10 штук каждого патогена.

Таблица 1 – Количество конидий листостебельных патогенов и уредоспор жёлтой, бурой ржавчины, отловленных с помощью приборов ОЗР-1мп и ПСЛ-3 на заражённом фоне

Патоген	ОЗР-1 мп	ПСЛ-3
<i>Alternaria alternata</i> Fr.	5	6
<i>Blumeria graminis</i> DC.	94	82
<i>Puccinia striiformis</i> Westend.	44	51
<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> Died.	5	7
<i>Puccinia recondita</i> Roberge ex Desm.	17	23

Проведен статистический анализ достоверности отличий по количеству отловленных спор прибором ОЗР -1 и ПСЛ-3 с использованием критерия Стьюдента (таблица 2). В результате достоверных различий между эффективностью отлова спор комплекса фитопатогенов приборами не выявлено (вероятность – 95 %): $t_{\text{фак}} \leq t_{\text{теор}} \geq P 0,05$.

Таблица 2 – Количество спор фитопатогенов, отловленных разными конструкциями спороловушек

Вариант (сорт)	ОЗР-1мп (ср.)	ПСЛ-3 (ср.)	$t_{\text{фак.}}$	$t_{\text{теор.}}$
Курень (инфекционный фон)	17,5 ± 14,54	18,3 ± 15,25	0,08	2,045
Курень (обработанный фунгицидом)	10,2 ± 9,62	8,7 ± 7,60	0,24	2,045
Бонус (инфекционный фон)	18,7 ± 16,22	14,3 ± 13,81	0,1	2,045
Бонус (обработанный фунгицидом)	14 ± 12,71	14,3 ± 12,49	0,04	2,045
Аксинья (инфекционный фон)	27,4 ± 25,79	25,3 ± 23,15	0,13	2,045
Аксинья (обработанный фунгицидом)	12,9 ± 13,47	12,2 ± 13,13	0,08	2,045
Краснодарская 99 (инфекционный фон)	27,2 ± 19,91	27,5 ± 20,85	0,02	2,045
Краснодарская 99 (обработанный фунгицидом)	18,2 ± 14,58	15,5 ± 12,57	0,28	2,045

Таким образом, система дистанционного мониторинга спор фитопатогенов с помощью пробоотборника ПСЛ-3 и БПЛА «Фитосан-1» показала свою состоятельность и возможность осуществлять мониторинг экономически значимых заболеваний более детально с полным пониманием фитопатологической ситуации на поле.

Литература

1. Федоренко В. Ф., Мишуоров Н. П., Неменуца Л. А. Перспективные технологии диагностики патогенов сельскохозяйственных растений. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 68 с.
2. Волкова Г. В., Кремнева О. Ю., Кудинова О. А., Ваганова О. Ф., Матвеева И. П., Ким Ю. С. Фитосанитарная оценка высеваемых на юге России сортов озимой пшеницы по устойчивости к комплексу болезней // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 3 (19). С. 39–48.
3. Соколов Ю. Г., Садковский В. Т., Кремнева О. Ю., Данилов Р. Ю., Пачкин А. А., Зеленский Р. А., Курилов А. А. Разработка технологии обнаружения очагов ржавчинных болезней // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 12(78). Ч. 2. С. 29–33.
4. Патент РФ № 191629 «Пробоотборник воздуха». Правообладатель: ФГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений». Авторы: Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Кремнева О. Ю., Ермоленко С. А. 7.02.2019.

UDC: 632.08:632.4.01/08

Kurilov A. A., Kremneva O. Yu., Gasiyan K. E., Zelensky R. A.

Remote detection of pathogens of winter wheat diseases using the PSL-3 device

Summary. The implementation of effective and economically sound protective measures against wheat diseases is largely determined by the possibility of early detection of

infection and its sources of origin. In the era of digitalization of agriculture, more rational and technological solutions are in demand. The purpose of our research was to test the PSL-3 air sampler system together with the “Fitosan-1” unmanned aerial vehicle for remote monitoring of winter wheat pathogens. The test results of the new device showed its viability and ability to monitor economically significant diseases more detailed and with a proper understanding of the phytopathological situation on the field.

Keywords: phytopathogens, winter wheat, remote monitoring, spores.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-134

УДК 636.242.084.41

Лемешевский Виктор Олегович^{1,2}

Влияние уровня обменного протеина рациона на обеспеченность энергетических и продуктивных функций у бычков породы Шароле

¹Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»;

²Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета
e-mail: lemeshonak@yahoo.com

Прирост живой массы у откармливаемых животных определяется количеством принятого корма, его перевариванием и усвоением в организме. Доказано, что характер биосинтетических процессов, продуктивность и качество продукции жвачных зависит от уровня и соотношения субстратов, доступных для метаболизма [1].

У интенсивно растущих бычков одним из факторов, лимитирующим интенсивность процессов биосинтеза компонентов мяса, является количество глюкозы и аминокислот, поступающее из ЖКТ в метаболический пул [2]. При этом должен решаться вопрос не только рентабельного производства говядины, но и ее качества [3].

Установленные в России детализированные нормы кормления не предусматривают совершенствование требования питания жвачных животных, которых выращивают на мясо с учетом необходимости животных в обменном белке. В то же время страны с прогрессивным скотоводством системы кормления полигастрических животных предусматривают необходимость учета качества белка и углеводных компонентов корма. Установлено, что такой метод рентабелен не только при выращивании животных на мясо, но и при выработке молока [2].

Цель исследований – влияние разного уровня обменного протеина в рационах бычков породы Шароле при их выращивании на мясо на использование субстратов в энергетических и продуктивных процессах.

Экспериментальная часть исследований выполнена в условиях вивария ВНИИФБиП животных (2019 г.) на двух группах бычков породы Шароле в девятимесячном возрасте с постановочной живой массой 260 кг в каждой по три головы. Рацион подопытных животных составляли, исходя из норм (РАСХН) для молодняка с планируемым приростом на уровне 1300–1500 г и состоял из сена злакового, силоса вико-овсяного и комбикорма. Различный уровень обменного протеина в рационе обеспечивали добавкой к комбикорму жмыха подсолнечного в количестве 250 г/сут.×гол. для бычков I (контрольной) группы и добавкой жмыха соевого, защищенного от распада в рубце, в количестве 750 г/сут.×гол. для аналогов II (опытной) группы.

Потребление корма и переваримость питательных веществ изучали постановкой балансовых опытов. Респирационные исследования проведены масочным методом; газоанализ – газоанализатором-хроматографом АХТ-ТИ. Энергетическую ценность проб кормов, кала, мочи, молока выполняли путем прямой калориметрии с использованием адиабатического калориметра АБК-1.

Проводили оценку энергетической и субстратной питательности кормов и рационов. Определение использования пула субстратов подчинено принципу установления обменной энергии рационов: обменная энергия = теплопродукция + энергия продукции. На основе результатов легочного газообмена и потерь N с мочой определили количественный вклад основных групп субстратов в величину теплопродукции энергетического обмена.

Оценка достоверности эффектов полученных данных выполнена с помощью *t*-критерия Стьюдента по методу парных сравнений в программе Statistica.

Результаты взвешивания показали, что условия питания животных обеспечили высокую интенсивность роста бычков. Так, среднесуточный прирост бычков в период интенсивного выращивания в опытной группе превышал контроль на 15,4 %.

Потребление сухого вещества опытными животными было на 3,5 % выше, чем в контроле. При этом переваримость сухого вещества и концентрация обменной энергии в сухом веществе у подопытных животных были одного уровня.

Исследование газообмена показало, что по мере увеличения энергии прироста у опытных бычков потребность в O₂ возросла на 2,4 %, а выделение CO₂ – на 1,3 % относительно уровня контрольных животных. Отмечено достоверное повышение частоты дыхания на 10,0 % и снижение дыхательного коэффициента на 1,0 % в опытных группах, составившее 22/мин ($p < 0,05$) и 0,897 ($p < 0,05$) соответственно. Низкое значение дыхательного коэффициента у аналогов опытной группы свидетельствует о повышенном использовании высших жирных кислот и бутирата в энергетическом обмене по сравнению с контролем.

Животные II (опытной) группы потребили на 3,1 % больше валовой энергии корма, что обусловлено лучшей поедаемостью ими грубых кормов и повышенным на 0,8 МДж/кг сухого вещества содержанием валовой энергии в концентрированных кормах (96,2 МДж/кг сухого вещества против 95,4 МДж/кг сухого вещества в контроле).

Увеличение в рационе опытных аналогов уровня обменного протеина в период выращивания обусловило большее потребление корма. При этом потери энергии с мочой возросли на 8,7 %. Содержание обменной энергии у животных опытной группы было выше на 3,1 % относительно контроля. Значение энергии теплопродукции в опыте также превышало контрольный уровень, что связано с величиной среднесуточного прироста, который превышал на 15,4 % контрольные аналоги.

Вклад обменной энергии в величину теплопродукции у молодняка опытной группы при среднесуточном приросте $1551,0 \pm 68,0$ г был ниже, чем у аналогов контроля. Затраты обменной энергии на прирост живой массы у опытных бычков были ниже на 2,8 МДж (или 10,1 %) чем у контрольных животных, что свидетельствует о более эффективном использовании обменной энергии на продуктивные процессы (прирост продукции).

Использование основных энергетических субстратов на энергетические функции у аналогов подопытных групп находилось на одном уровне, однако аминокислоты использовались в процессах теплопродукции у опытных бычков на 20 % больше, чем в контроле.

Вклад аминокислот в долю энергии теплопродукции у опытных животных и контрольных составил 39,7 % и 36,4 % соответственно от количества образованных в ЖКТ. Использование аминокислот на продуктивные функции (прирост) у бычков опытной группы было выше на 4,3 % относительно контроля, что сопровождается повышенной эффективностью использования аминокислот на прирост от количества образованных в ЖКТ.

Таким образом, бычки опытной группы породы Шароле, получая рационы с отношением обменного протеина к обменной энергии рациона на уровне 8,3 г/МДж характеризовались более высокими среднесуточными приростами (1551,0 г или +15,4 % к контрольным аналогам), а затраты обменной энергии на теплопродукцию и

прирост живой массы были ниже на 1,2 % и 10,1 % соответственно, чем в контроле. Уменьшение дыхательного коэффициента на 1,0 % ($p < 0.05$) при значении 0,897 ед. у аналогов опытной группы свидетельствует об усиленном использовании высших жирных кислот и бутирата в энергетическом обмене по сравнению с контролем. Повышение на 20 % использования аминокислот в энергетическом обмене по сравнению с контролем указывает на снижение эффективности их использования. При отношении обменного протеина к обменной энергии рациона 8,0 г/МДж среднесуточный прирост живой массы составил 1300,0 г. У контрольных животных отмечается меньший расход аминокислот на теплопродукцию и более эффективное их использование на прирост продукции.

Литература

1. Харитонов Е. Л., Березин А. С. Влияние разного уровня доступного протеина в рационе на переваримость и усвоение питательных веществ у бычков холмогорской породы при интенсивном выращивании // Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. № 1. С. 92–101.
2. Пучков А. А., Харитонов Е. Л. Влияние нетрадиционных источников протеина на процессы пищеварения и роста у бычков холмогорской породы в период интенсивного доращивания // Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. № 2. С. 87–95.
3. Энергетическое питание молодняка крупного рогатого скота // В. Ф. Радчиков [и др.]. Изд. 2-е, перераб. и доп. Минск: ИВЦ Минфина, 2016. 172 с.
UDC 636.242.084.41

Lemiasheuski V. O.

The influence of the level of dietary metabolizable protein on the provision of energy and productive functions in Charolais bulls

Summary. The results of studying the characteristics of the use of substrates in energy metabolism at different levels of metabolizable protein (8.0 g and 8.3 g per 1 MJ of metabolizable energy) in the diets of 9-month-old Charolais meat bulls with an initial live weight of 260 kg are presented. Based on the data obtained on the energy balance and gas-energy metabolism by the mask method, the ratio of the contribution of the metabolizable energy of the diet to body weight gain and heat production of bulls during the period of intensive growth was determined.

Keywords: metabolizable protein, substrates, heat production, metabolizable energy, energy balance, digestibility, bulls.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-135

УДК 65.011.56

Лисиенкова Татьяна Сергеевна, Исаев Евгений Анатольевич

Анализ бизнес-процессов предприятий АПК для внедрения ИТ-инноваций
ФГАОУ ВО «Высшая Школа Экономики (Национальный Исследовательский Университет)»
e-mail: lisienkovats@mail.ru

Цифровизация экономики продолжает набирать обороты. То, что сейчас происходит с предприятиями под влиянием инновационных информационных технологий (далее ИТ) можно назвать цифровой трансформацией – это фундаментальное преобразование продуктов и услуг компании, а также модели ее деятельности с помощью ИТ.

Традиционно сельское хозяйство (далее с/х) не относится к передовым индустриям по цифровой трансформации [1] и занимает последние места среди отраслей по уровню внедрения инноваций [2]. За последние десятилетия в агропромышленном комплексе (далее АПК) сложилась практика автоматизации производственных и управленческих процессов – перевод операций и бизнес-задач под контроль специализированных информационных систем [4], при этом принятие важных решений остаётся за человеком. Автоматизация затрагивает как производственные процессы, так и управленческие АПК.

Однако для данного исследования важно подчеркнуть, что цифровая трансформация – это не только автоматизация бизнес-процессов, но и инвестиции в инновационные цифровые технологии для системного преобразования стратегии

развития компании, её продуктов и услуг, организационной структуры и корпоративной культуры. То есть в процессе цифровой трансформации затрагиваются все бизнес-процессы.

Согласно М. Портеру [3], бизнес-процессы делятся на две группы: 1) основные бизнес-процессы (деятельность по созданию добавленной стоимости продукта, которая напрямую связана с его созданием, поставкой на рынок и, в конечном итоге, получением финансового результата); 2) вспомогательные бизнес-процессы (деятельность, направленная на обеспечение основных процессов, но которая не имеет прямого отношения к производимым продуктам).

В качестве примера в таблице приведена классификация бизнес-процессов предприятий, занимающихся животноводством.

Сегодня к самым перспективным ИТ для АПК относят [4]:

- технологии беспилотного транспорта;
- 3D-печать;
- интернет-продажи вещей (IoT);
- искусственный интеллект;
- распределённые реестры (блокчейн),
- высокоточное отслеживание с помощью датчиков,
- технологии работы с большими объемами данных.

Таблица – Классификация бизнес-процессов животноводческого предприятия

Вид бизнес-процессов	Группа бизнес-процессов	Примеры бизнес-процессов
Основные процессы	Внутренняя логистика	Доставка кормов и пр. ресурсов для содержания поголовья скота
	Производство	Разведение скота, птицы, свиней, овец, коз и пр. Дойка, сбор яиц и других продуктов
	Продажи и внешняя логистика	Фасовка, упаковка продуктов для продажи Поставка продуктов заказчикам
Вспомогательные процессы	Управление человеческими ресурсами	Обеспечение предприятия кадрами Повышение квалификации персонала
	Материально-техническое обеспечение и обслуживание	Ветеринарное и зоотехническое обслуживание Техническое обслуживание оборудования
	Процессы управления	Юридическое обеспечение и поддержка деятельности. Финансовое управление производством

Таким образом, чтобы удачно внедрить вышеперечисленные технологии в рамках цифровой трансформации предприятия АПК, следует определить уровень ИТ-зрелости бизнес-процессов. Оценка уровня ИТ-зрелости позволит выявить «узкие места» процессов и сформировать требования по их совершенствованию.

В международной практике применяют класс моделей для оценки уровня ИТ-зрелости предприятий [5]. Однако, в основной модели не учитывают специфику конкретной отрасли. Поэтому проблема формирования модели оценки ИТ-зрелости бизнес-процессов в АПК на сегодняшний момент актуальна, имеет научную новизну и практическую значимость. Продолжение данной работы предполагает исследование процессов предприятий АПК для формирования модели оценки ИТ-зрелости, что позволит реализовать цифровую трансформацию на основе инновационных ИТ.

Литература

1. Digital Transformation of Industries. World Economic Forum – 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.accenture.com/t00010101t000000z_w_w_/ru-ru/_acnmedia/accenture/conversion-assets /dotcom/ documents/local/ru-ru/pdf/accenture-digital-transformation.pdf. (дата обращения: 05.05.2020)
2. Данилов П. Почему агротех может стать перспективной инвестиционной идеей // Ведомости. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/business/blogs/2018/05/14/769348-agroteh-perspektivnoi-investitsionnoi>. (дата обращения: 04.05.2020)
3. Porter M. The value chain and competitive advantage // Understanding Business Processes. 2001. P. 50–66.
4. Tang S., Zhu G. About basic conception of digital agriculture // Research of Agricultural Modernization. 2002. No. 3 (005). P. 23–49.
5. Лисиенкова Т. С. Оценка зрелости стратегического выравнивания бизнеса и ИТ в российских компаниях // Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2016. № 16 (4). С. 162–167.

UDC 65.011.56

Lisienkova T. S., Isaev E. A.

Analysis of business processes of agricultural enterprises for the implementation of IT innovations

Summary. This article touches upon digital transformation in agriculture. Firstly, classification of core business processes of agriculture is presented with examples of primary and support business processes at animal breeding farms. Later the article gives an overview of innovative information technologies used nowadays in agriculture worldwide. Finally, it is justified that for the successful digital transformation it is vital to evaluate current IT-maturity level of business processes in order to fix their “bottlenecks” before the implementation of innovative information technologies. While common models of IT-maturity, level does not take into account features of specific industries, it is necessary to develop a stand-alone model for agricultural companies.

Keywords: digital transformation, digital agriculture, business process, IT-maturity.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-136

УДК 636.92:612.017.1/.2:579.67

Овчарова Анастасия Никитовна

Применение пробиотических лактобацилл с целью повышения неспецифической резистентности и продуктивности кроликов

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
e-mail: a.n.ovcharova@mail.ru

Кролиководство – перспективная отрасль животноводства России. При незначительных затратах кормов, физического труда и материальных средств кролиководство позволяет получать высококачественное диетическое мясо [1]. Негативное влияние патогенной микрофлоры, поступающей в организм с кормом и водой низкого санитарно-гигиенического качества, нарушение зоотехнических норм кормления и содержания животных, применение кормовых антибиотиков, лекарственных препаратов, стрессы различной этиологии приводят к нарушению микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Это способствует развитию различных заболеваний, большому отходу молодняка, снижению продуктивности, в результате чего снижается экономическая эффективность отрасли [5]. Несмотря на то, что кролики являются копрофагами, они в значительной степени испытывают проблемы, связанные с нарушениями кишечной микрофлоры. В настоящее время для коррекции дисбиотических состояний в животноводстве широко распространено профилактическое и терапевтическое использование пробиотиков, которые начинают оказывать благотворное влияние уже в первые часы после начала приема, подавляя условно-патогенную флору и стимулируя органы иммунной системы животных [2, 3].

Цель исследования – изучение влияния пробиотической добавки на основе лактобацилл на продуктивность и неспецифическую резистентность кроликов.

Исследование проведено на двух группах кроликов калифорнийской породы трехмесячного возраста по шесть голов в каждой в виварии ВНИИФБиП. Продолжительность опыта составила два месяца. Кролики контрольной группы получали основной рацион (ОР), кролики опытной группы в добавление к ОР получали 1 г лиофилизированного препарата тетралактобактерина (5×10^{10} КОЕ/г) пять дней в неделю. Тетралактобактерин разработан в лаборатории биотехнологии микроорганизмов ВНИИФБиП на основе четырех штаммов лактобацилл, обладающих высокими адгезивными свойствами, антагонизмом по отношению к условно-патогенным микробам, устойчивостью к широкому спектру антибиотиков [4]. Кроликов еженедельно взвешивали, в начале и в конце опыта проводили забор венозной крови. Определяли зоотехнические показатели, фагоцитарную активность крови, бактерицидную активность сыворотки крови и содержание лизоцима в сыворотке [6].

По окончании эксперимента отмечены достоверные различия показателей неспецифической резистентности у кроликов опытной группы. Фагоцитарная активность нейтрофилов достоверно повысилась на 10 %, бактерицидная активность крови – на 8 % в сравнении с группой контроля, фагоцитарный индекс также был выше в опытной группе на 2,02. Содержание лизоцима в сыворотке крови кроликов опытной группы было достоверно выше контрольных показателей на 18,6 мкг/мл (таблица 1). Отмечена тенденция к увеличению живой массы и прироста в опытной группе кроликов (таблица 2).

Таблица 1 – Показатели неспецифической резистентности кроликов ($M \pm m$, $n=6$)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Фагоцитарная активность, %	38,3±2,2	48,3±2,1*
Фагоцитарный индекс	5,11±0,14	7,12±0,16**
Бактерицидная активность сыворотки крови, %	48,0±2,0	56,0±1,6
Содержание лизоцима в сыворотке крови, мкг/мл	45,6±1,6	64,2±1,9*

Примечание. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Таблица 2 – Прирост живой массы, ($M \pm m$, $n=6$)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Живая масса, г	в начале опыта	3234±86,6
	в конце опыта	4025±32,2
Прирост за опыт, г	791±32,3	995±48,3
Среднесуточный прирост, г	12,97	16,31
% к контролю	100	125,75

Таким образом, применение в дополнение к основному рациону кроликов пробиотической добавки тетралактобактерина привело к повышению показателей неспецифической резистентности – фагоцитарной и бактерицидной активности крови на 10 и 8 % соответственно, содержание лизоцима было выше в опытной группе на 18,6 мкг/мл. Также отмечено повышение среднесуточных приростов на 25 %, что позволяет рекомендовать тетралактобактерин в качестве пробиотической кормовой добавки кролиководческим хозяйствам мясного направления.

Литература

1. Балакирев Н. А., Калугин Ю. А. Кролиководство – перспективная отрасль животноводства // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2015. № 7. С. 20–23.
2. Козловский Ю. Е., Хомякова Т. И., Козловская Г. В., Магомедова А. Д., Пустовалов С. А., Чертович Н. Ф. Некоторые аспекты взаимодействия пробиотических бактерий с организмом экспериментальных животных // Кролиководство и звероводство. 2018. № 1. С. 28–32.
3. Овчарова А. Н., Остренко К. С., Белова Н. В. Продуктивность и гематологические показатели кроликов при введении в рацион пробиотических лактобацилл с аскорбатом лития // XXV Международная научно-практическая конференция «Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения» Российская академия менеджмента в животноводстве. Быково, 2019. С. 363–367.
4. Петраков Е. С. Биологическая характеристика лактобацилл, выделенных от телят, с целью отбора пробиотических культур // Проблемы биологии продуктивных животных. 2010. № 1. С. 111–117.
5. Тараканов Б. В. Состояние и перспективы использования пробиотиков в животноводстве // Научно-практическая конференция к 85-летию академика РАСХН А. П. Калашникова «Проблемы кормления сельскохозяйственных животных в современных условиях развития животноводства». Дубровицы, 2003. С. 106–108.
6. Иммунология. Учебно-методическое пособие // Под ред. И. В. Окишева. Киров, 2019. С. 40–43.

UDC 636.92:612.017.1/.2:579.67

Ovcharova A. N.

Use of probiotic lactobacilli to increase non-specific resistance and productivity of rabbits

Summary. The article presents the results of the effectiveness of probiotic lactobacilli on the productivity and non-specific resistance of rabbits. The phagocytic activity of neutrophils increased by 10 %, which turns out to be statistically significant. The bactericidal activity of blood increased by 8 % in comparison with the control group; the phagocytic index was also higher in

the experimental group by 2.02. The content of lysozyme in the blood serum of rabbits in the experimental group was significantly higher than the control parameters by 18.6 micrograms/ml. As tentative results, we report an increase in the live weight and growth rate in the experimental group of rabbits.

Keywords: rabbits, probiotics, nonspecific resistance, *Lactobacillus*, productivity.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-137

УДК 636.5

Остапчук Павел Сергеевич¹, Куевда Татьяна Алексеевна¹, Короткий Василий Павлович²

Закономерности роста, развития и основные показатели крови у цыплят мясорощного кросса Хаббард Редбро М

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²ООО НТЦ «Химинвест»

e-mail: ostapchuk_p@niishk.ru

Органическое сельское хозяйство является в последнее время решающей в аграрной культуре мировой тенденцией [1]. Безопасность и экологичность пищевых продуктов являются важными факторами сельскохозяйственного производства. При производстве продукции птицеводства большое значение имеют внешние факторы: использование химических кормовых добавок, применение антибиотиков и т. д. [2, 3].

Минеральные сорбенты стимулируют процессы, очищают организм животных и птиц от ряда токсинов: ксенобиотиков, тяжелых металлов, продуктов обмена патогенной микрофлоры [4].

В качестве минеральных сорбентов используют природные вещества, а также сопутствующие минералы – полевые шпаты, кварц, слюду, глину и т.д. [5]. Природные сорбенты биологически активны, влияют на обмен веществ и жизнедеятельность всего организма сельскохозяйственных животных. Действие проявляется в желудочно-кишечном тракте и обусловлено буферными, ионообменными и сорбционными свойствами [6].

Угольная энергетическая добавка, изготовленная на основе древесного угля, относится к добавкам природного происхождения, обладающих сорбционным действием, в связи с чем основной целью исследований стало изучение эффективности использования активной угольной добавки на цыплятах мясорощного кросса Хаббард Редбро М.

Исследования проводили в 2019 г. на базе отделения полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма». В эксперименте использованы 60 голов двухлинейного кросса Хаббард Редбро М: 30 голов – в контрольной группе и 30 – в экспериментальной. Продолжительность эксперимента составила 58 дней. Вода и корм были доступны по желанию. Экспериментальная группа получала угольную энергетическую добавку (УЭД) из расчета 1 кг УЭД на 1 тонну корма. Обе группы цыплят получали рацион согласно нормам ВНИТИП (2019) [7]. Сохранность цыплят в течение экспериментального периода была следующей: в контрольной группе – 90,0 %, а в экспериментальной группе – 93,3 %.

Добавление цыплятам в рацион УЭД дает увеличение живой массы на 2,5 % на десятый день эксперимента; на 20-й день – на 3,4 %; в возрасте 30 дней – на 3,1 % ($p \leq 0,95$), в возрасте 40 дней – 3,5 % ($p \leq 0,95$), в возрасте 50 дней – 7,5 % ($p \leq 0,99$) и в возрасте перед убоем (58 дней) – на 4,5 % ($p \leq 0,999$) разницу с контролем (таблица).

Абсолютное увеличение живой массы у цыплят опытной группы в среднем составляет 36,7 г, что на 1,6 г выше по сравнению с контрольной группой. Средние значения относительного прироста массы на протяжении всего эксперимента у цыплят опытной группы больше на 247,6 %. Средние темпы роста опытной группы на 0,3% выше.

Таблица – Особенности роста цыплят кросса Редбро в опыте

День опыта	Контрольная группа		Опытная группа	
	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %
1-й	40,60±0,31	3,8	40,52±0,32	4,0
10-й	151,4±2,98	9,8	155,2±2,53	8,1
20-й	416,0±6,91	8,3	430,40±4,32	5,0
30-й	716,8±6,23	4,3	739,20±5,68*	3,8
40-й	932,6±8,22	4,4	965,6±11,14*	5,8
50-й	1455,0±25,7	8,8	1563,6±17,6**	5,6
58-й	2075,6±15,0	3,6	2170,0±10,7***	2,5

Повышенные уровни эритроцитов и лейкоцитов у цыплят опытной группы были получены при анализе гематологических показателей. Содержание эритроцитов у цыплят опытной группы составляет $2,66 \pm 0,13$ кл./л, что на 17,9 % ($p \leq 0,05$) больше, чем у аналогов из контрольной группы. В экспериментальной группе цыплят содержание лейкоцитов также больше на 9,1 % и доходит до $28,00 \pm 1,92 \times 10^9$ кл./л. Лейкоцитарная формула указывает на отсутствие каких-либо воспалительных процессов или метаболических нарушений в организме цыплят.

Таким образом, применение активной угольной кормовой добавки цыплятам кросса Редбро дает достоверную прибавку по живой массе в период роста в пределах 3,5–7,5 %. Гематологические показатели (содержание эритроцитов и лейкоцитов) у бройлеров опытной группы находятся в пределах физиологической нормы, однако число эритроцитов достоверно выше, чем в контрольной группе на $0,40 \times 10^{12}$ кл./л.

Литература

1. Nakonov Sh. M., Lysenko Yu. A., Koshchaeva O. V. Features of cultivation of broilers of Hubbard RedBro cross in farm for "organic" meat // Science Magazine of Kuban State Agrarian University. 2016. № 120(06). P. 1–30. [Electronic resource]. Access point: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/105.pdf> (reference's date 05.03.2020).
2. Фисинин В. И., Егоров И. Н., Мухина Н. К., Черкай З. Р. Нанотехнологии в борьбе с микотоксикозами в птицеводстве // Птицеводство. 2015. № 8. С. 11–13.
3. Чернышков А. С. Влияние различных минеральных сорбентов на продуктивность цыплят-бройлеров // Вестник Донского ГАУ. 2019. № 2 (32.1) С. 32–37.
4. Шацких Е. В., Бураев М. Э., Луцкая Л. П. Природный минеральный сорбент в комбикормах для цыплят-бройлеров и кур-несушек // Микроэлементы в медицине. 2017. № 18 (1). С. 27–34. DOI: 10.19112/2413-6174-2017-18-1-27-34.
5. Харламов Т. Будущий век – цеолитовый // Животноводство России. 2014. Сентябрь. С. 10–14.
6. Зотеев В. С., Зотеев С. В. Природные сорбенты в комбикормах для молочного скота: монография. Кинель: РИЦ СХСХА, 2016. 308 с.
7. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы // Под ред. Фисинина В. И., Егорова И. А. М.: Издательство ООО «Лика», 2018. 226 с.

UDC 636.5

Ostapchuk P. S., Kuevda T. A., Korotkiy V. P.

Regularities of growth, development and main blood indicators of Hubbard Redbro M meat-and-eggs cross chickens

Summary. Features of growth, development and main blood indicators of Hubbard Redbro M meat-and-eggs cross chickens were the primary aim of the study. The use of an active coal feed additive gives a reliable increase in live weight during the growth period in the range of 3.5 –7.5 %. The content of RBC and WBC in broilers of the experimental group is within the physiological norm, but the number of red blood cells is significantly higher than in the control one by 0.40×10^{12} cells per liter.

Keywords: meat-and-eggs cross, chickens, live weight, RBC, WBC.

Остренко Константин Сергеевич

Проблемы интенсификации животноводства и пути их решения

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
e-mail: Ostrenkoks@gmail.com

Интенсификация животноводства в целом – единственный путь повышать рентабельность производства [1]. Существуют два основных способа повышения интенсивности. Первый – это получение высокопродуктивных кроссов животных. Вторым способом является автоматизация основных процессов кормления, ветеринарных манипуляций и уходу за животными. Использование животных с искусственно редактированным генотипом в России законодательно не разрешено, как исключение только, в исследовательских целях. Остаются традиционные методы селекции, позволяющие получить гибридов с более высокой продуктивностью. Но, у современных культурных пород животных человек искусственно гипертрофировал продуктивность до размеров не только совершенно ненужных самому животному, но и приносящих его здоровью серьезный вред. Это явилось следствием глубоких изменений обменных процессов в организме высокопродуктивных животных. Избыточно высокая продуктивность животных ставит работу их организма в условия хронического метаболического стресса [11, 13]. Кроме того, по современным промышленным технологиям производства животноводческой продукции, зачастую животные находятся в антибиологичных условиях существования, что также является причиной возникновения у них технологических стрессов, приводящих к хроническим стрессам. Все это заставляет работать животный организм в избыточно напряженном метаболическом режиме. В связи с внедрением интенсивных технологий усиливается техногенное стрессовое воздействие. Повышение функциональных нагрузок приводит к понижению стресс-резистентности и адаптивности, происходит активный гликолиз с последующим наступлением энергетического дефицита и переходом в стадию истощения, что влечет негативные последствия, вплоть до необратимых. В результате этого ухудшается физиологическое состояние животных, нарушаются обменные процессы и ослабевают естественные защитные силы [11]. Данное нарушение является хроническим стрессом, а его последствия являются основными факторами снижения продуктивности. Действие таких раздражителей вызывает у животных нарушения в обменных и регуляторных процессах всех систем и функций организма, что приводит к снижению продуктивности или массы тела, уменьшению убойного выхода и ухудшению качественных показателей мясной и молочной продукции. Эти потери достигают до 30 % и наносят значительный экономический ущерб откормочным предприятиям [7, 8].

Стрессовое состояние сопровождается системным изменением обмена веществ и нарушением гомеостаза: активизацией вегетативной нервной системы, повышением нейро-гуморальной регуляции, активизацией гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы, изменениями в составе кишечной микробиоты. Нарушения, вызванные в питании под действием стрессов, приводят к нарушениям микробиома кишечника, что сопровождается изменением микробного состава. На фоне данного изменения пробиотическая флора замещается патогенной. Изменение состава микробиоты приводит к изменениям в оси «gut – brain axis», что приводит к лавинообразным изменениям в системе адаптации, пищеварения и усвоения питательных веществ, и как следствие изменение в обменной энергии животных. Смещение в обменной энергии происходит в сторону энергии на поддержание жизни и снижается энергия на сверхподдержание прироста [6].

Активизация процессов липопероксидации также является действием стрессов как спонтанных, так и хронических. Избыточное образование свободных радикалов негативно сказывается на обмене веществ, а, следовательно, на здоровье животных, их продуктивности и качестве продукции.

Решением данных задач является физиолого-биохимический подход к кормлению животных. Корма должны быть сбалансированы не только по питательности и белково-жиро-углеводному соотношению. Корма должны быть функциональны. То есть, учитывать биохимические и физиологические потребности высокопродуктивных животных. Обязательным включением в рацион являются такие группы как антиоксиданты, пробиотики, адаптогены и антигипоксанты.

Применение нормотимических добавок (аскорбат лития) позволяет повысить продуктивность свиней на откорме на 5–7 %, повысить качество мяса, снизить риски получения мяса с признаками PSS (Porcine Stress Syndrome) – синдрома свиного стресса или пороком DFD (Dark Firm Dry) – темное, твердое и клейкое на 3–6 % [4].

Под действием стресса происходит изменение состава микробиоты и проницаемости кишечника, что сказывается на доступности питательных веществ и энергетического обмена [9, 12]. Использование пробиотических добавок оказывает положительное влияние при стрессовых нагрузках. Нормализуя кишечную микрофлору, повышается иммунный статус животного и нормализуется пищеварение. Применение пробиотиков повышает молочную продуктивность на 7,2 % (что в массовом выражении составляет 2,7 кг молока в сутки) [2]. Применение пробиотиков у свиней позволяет увеличить среднесуточные приросты на 5,4 % [3].

Антиоксиданты и антигипоксанты позволяют поддерживать функциональность иммунной системы. У животных, находящихся в состоянии стресса, увеличивается скорость естественного обновления клеток и увеличивается скорость репликации ДНК. Это обуславливается большим количеством повреждающих воздействий на организм, особенно окислительным стрессом, который является неотъемлемой частью хронического стресса. Свободные радикалы, являющиеся продуктами распада клеточных фрагментов, в тканях организма приводят к повреждению клеток крови и вызывают патологическое состояние. Для профилактики окислительного стресса целесообразно использовать вещества с ярко выраженными антиоксидантными и антигипоксантными свойствами: витамины С, Е, полифепан и прочее. Применение различных антиоксидантов и антигипоксантов приводит к увеличению прироста среднесуточный живой массы 13,3 % [4, 10].

Комплексный подход к системе питания позволяет снизить негативные последствия стрессов различных этиологий, без гипертрофированного увеличения продуктивности. Применение нормотимических добавок (аскорбат лития) позволяет повысить продуктивность свиней на откорме на 5–7 %, повысить качество мяса, снизить риски получения низкокачественной мясной продукции. Введение пробиотиков в рацион свиней позволяет увеличить среднесуточные приросты на 5,4 %. Использование различных антиоксидантов и антигипоксантов приводит к увеличению прироста среднесуточной живой массы на 13,3 %. Комплексное использование добавок, повышающих стресс-резистентность у животных позволяют сократить потери, связанные с хроническим стрессом животных с 30 % до 5%. Повышение стресс-резистентности позволяет нивелировать энергетические потери, нормализовать обмен веществ и интенсифицировать пластический обмен, что позволит повысить здоровье животного и в полной мере реализовать генетический потенциал породы.

Литература

1. Галочкин В. А., Малиненко П. Е., Майстров В. И. Система глутатиона как критерий антиоксидантного статуса животных // Сборник научных трудов ВНИИФБиП сельскохозяйственных животных. 2005. Т. 24. С. 97–113.

2. Кушеев Ч. Б., Бабкин В. А., Олейников Н. А., Ломбоева С. С., Медведева Е. Н., Доржиев Б. И. Применение водного экстракта лиственницы сибирской для коррекции клинического статуса молодняка крупного рогатого скота // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 59–61.
3. Никанова Л. А., Рыков Р. А. Использование комплексной кормовой добавки на основе Спирулины и антиоксиданта в кормлении свиней и ее влияние на биохимические показатели крови и продуктивность // Вестник Тувинского государственного университета. Естественные и сельскохозяйственные науки. 2019. № 2 (45). С.13–18. DOI: 10.24411/2077-5326-2019-00002.
4. Остренко К. С., Галочкин В. А., Колоскова Е. М., Галочкина В. П. Влияние нового микронутриента – аскорбата лития на стрессоустойчивость и продуктивность свиноматок // Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. № 2. С. 74–86.
5. Петрушко А. С., Ходосовский Д. Н., Рудаковская И. И., Хоченков А. А., Соляник А. Н., Безмен В. А., Беззубов В. И., Слинко О. М. Эффективность использования адаптогенов при транспортировке и предубойном содержании молодняка свиней // Животноводство и ветеринарная медицина. 2018. № 3. С. 7–10.
6. Попов В. С., Воробьева Н. В., Связлян Г. А. Взаимосвязь обмена энергии и метаболизма у свиней // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. 74–79.
7. Шамилова Т. А., Шамилов Н. М. Изучение эффективности пробиотика в опытах на свиньях // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2012. № 211 (3). 337–340.
8. Johnson J. S., Baumgard L. H. Physiology symposium: postnatal consequences of in utero heat stress in pigs // J Anim Sci. 2019. No. 97(2). P. 962–971. DOI: 10.1093/jas/sky472.
9. Karl J. P., Margolis L. M., Madslie E. H., Murphy N. E., Castellani J. W., Gundersen Y., Hoke A. V., Levangie M. W., Kumar R., Chakraborty N., Gautam A., Hammamieh R., Martini S., Montain S.J., Pasiakos S. M. Changes in intestinal microbiota composition and metabolism coincide with increased intestinal permeability in young adults under prolonged physiological stress // Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. 2017. No. 312(6). P. G559–G571. DOI: 10.1152/ajpgi.00066.2017.
10. Kumar S., Bass B. E., Bandrick M., Loving C. L., Brockmeier S. L., Looft T., Trachsel J., Madson D. M., Thomas M., Casey T. A., Frank J. W., Stanton T. B., Allen H. K. Fermentation products as feed additives mitigate some ill-effects of heat stress in pigs // J Anim Sci. 2017. No. 95(1). P. 279-290. DOI: 10.2527/jas.2016.0662.
11. Long J., Liu Y., Zhou X., He L. Dietary serine supplementation regulates selenoprotein transcription and selenoenzyme activity in pigs // Biol Trace Elem Res. 2020. DOI: 10.1007/s12011-020-02117-8.
12. Xiong Y., Yi H., Wu Q., Jiang Z., Wang L. Effects of acute heat stress on intestinal microbiota in grow-finishing pigs, and associations with feed intake and serum profile // J Appl Microbiol. 2020. No. 128(3). P. 840-852. DOI: 10.1111/jam.14504.
13. Zhao L., McMillan R. P., Xie G., Giridhar S. G. L. W., Baumgard L. H., El-Kadi S., Selsby J., Ross J., Gabler N., Hulver M. W., Rhoads R. P. Heat stress decreases metabolic flexibility in skeletal muscle of growing pigs // Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2018. No. 315(6). P. 1096–1106. DOI: 10.1152/ajpregu.00404.2017.

UDC 636.4.055:636.454

Ostrenko K. S.

Problems of animal husbandry intensification and ways to solve them

Summary. Integrated approach to the nutrition system allows you to reduce the negative effects of stress of various etiologies without a hypertrophied increase in productivity. The use of normotimic additives (lithium ascorbate) can increase the productivity of fattening pigs by 5–7 %, improve the quality of meat, and reduce the risks of obtaining low-quality meat products. The introduction of probiotics in the diet of pigs can increase the average daily growth by 5.4 %. The use of various antioxidants and antihypoxants leads to an increase in the average daily body weight gain of 13.3 %. Complex use of additives that increase stress resistance in animals can reduce losses associated with chronic stress in animals from 30 % to 5 %. Increasing stress resistance will allow you to level energy losses, normalize metabolism and increase plastic metabolism, which leads to an increase in the health of the animal and allows you to fully realize the genetic potential of the breed.

Keywords: homeostasis, antioxidants, normotimics, antihypoxants, probiotics, productivity.

УДК636.32/.38

Паштецкая Александра Владимировна¹, Остапчук Павел Сергеевич², Емельянов Сергей Анатольевич²

Формирование питательных свойств мышечной ткани у овец на фоне применения липосомальной формы антиоксидантов

¹ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН»;

²ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
e-mail: ostapchuk_p@niishk.ru

Качество мяса зависит от изменений его компонентов – содержания влаги, белка, жира и золы [1]. Кроме того, масса тела жвачных животных в значительной степени сопряжена с количеством и соотношением химических компонентов, а условия внешней среды в ходе роста и развития существенно влияют на формирование качественных компонентов мяса [2]. Сообщается о влиянии фактора кормления на химический состав туши мелкого рогатого скота [3]. Недостаток научных рекомендаций по выращиванию овец с привлечением пищевых добавок приводит к тому, что овцы чаще всего подвергаются пищевому стрессу, а это приводит к негативному влиянию на продуктивные показатели [4]. Эффективность применения липосомальных форм антиоксидантов доказана российскими учеными на разных видах сельскохозяйственных животных и птицы [5], однако результаты в овцеводстве практически отсутствуют.

Необходимо отметить, что исследования качества мяса у молодняка овец в ходе кормления липосомальной формой антиоксидантов проведены впервые.

В наших исследованиях категорию мяса туши оценивали в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52843-2007 [6]. В условиях агрохимической лаборатории ФГБУН «НИИСХ Крыма» проведена работа по определению химического состава мяса баранины. Химический состав баранины определяли по средней пробе мякотной части задней ноги, передней ноги и *m. Longissimus dorsi* (по 0,5 кг каждая). Содержание белка, жира, влаги, золы определяли, пользуясь ГОСТ 25011-81, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 51479-99 и ГОСТ Р 53642-2009 соответственно [7–10]. Расчёт калорийности проведен согласно Методическим указаниям по контролю норм вложения сырья и калорийности кулинарных изделий в предприятиях общественного питания [11].

У молодняка опытной группы отмечено достоверное ($p \leq 0,05$) преимущество по содержанию жира в средней пробе мышц спины на 5,3 % до $3,7 \pm 0,02$ %, соответственно, достоверно ($p \leq 0,05$) увеличивается и значение калорийности на 3,6% до $119,9 \pm 0,9$ ккал на 100 г мышечной ткани.

В ходе анализа средней пробы мышц с передней ноги достоверных отличий не выявлено, а при изучении данных химического анализа средней пробы мышц задней ноги выявлено достоверное преимущество по содержанию белка у молодняка опытной группы от 11,1 % ($p \leq 0,05$) до $21,7 \pm 0,3$ %, однако на калорийность этот факт достоверно не повлиял у данной группы мышц.

При изучении средней пробы мышц шеи отмечено достоверное преимущество по содержанию белка на 8,7 % и жира на 7,1 % ($23,0 \pm 0,4$ и $21,3 \pm 0,3$ %). Соответственно, достоверное преимущество отмечено и по калорийности: разница с контролем составляет 7,6 % ($284,0 \pm 8,9$ ккал) ($p \leq 0,05$).

Средние значения калорийности с туши молодняка овец опытной группы выше контрольных аналогов на 14,5 ккал на 100 г мышечной ткани, при этом содержание белка увеличивается в среднем на 1,35 абс. %, а жира – на 1,02 (таблица).

Таким образом, изучение влияния липосомальной формы антиоксидантов с включением йода показало достоверное ($p \leq 0,05$) увеличение жира в длиннейшей мышце спины на 5,3 %, а мышц шеи – на 7,1 %. Достоверное увеличение белка отмечено в средних пробах мышц задней ноги и шеи – 11,1 и 8,7 % соответственно, а калорийность

мяса достоверно увеличивается в тушах молодняка опытных групп в средних пробах длиннейшей мышцы и мышц шеи – 3,6 и 7,6 % ($p \leq 0,05$) соответственно.

Таблица – Средние значения химического анализа четырех проб мышц с туш подопытных баранчиков

	Химический состав мышечной ткани, %			Калорийность мышечной ткани на 100 г, ккал
	Содержание влаги	Содержание протеина	Содержание жира	
Контрольная группа				
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	65,2±1,6	20,7±0,3	12,6±1,6	196,2±13,8
Опытная группа				
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	64,0±1,6	22,0±0,2*	13,6±1,7	210,7±15,6

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Литература

1. Колосов Ю. А., Дегтярь А. С., Ганзенко Е. А. Прижизненные показатели мясности помесных овец // Овцы, козы, шерстяное дело. 2016. № 1. С. 37–40.
2. Stanford K., Jones S. D. M., Price M. A. Methods of predicting lamb carcass composition: a review // Small Ruminant Research. 1998. No. 29. P. 241–254.
3. Bishop S. C., Cameron N. D., Speake B. K., Bracken J., Ratchford I. A. J., Noble R. C. Responses in adipocyte dimensions to divergent selection for predicted carcass lean content in sheep // Animal Science. 1995. No. 60. P. 215–221.
4. Shinde A. K., Sejian V. Sheep husbandry under changing climate scenario in India: an overview // Indian J. Anim. Sci. 2013. No. 83. P. 998–1008.
5. Ильязов Р. Г., Токарев В. П., Заверняев Ю. А., Ахметзянова Ф. К., Асташева Н. П. Повышение мясо-молочной продуктивности при введении липосомальных форм антиоксидантов в рацион жвачных животных // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 223. № 3. С. 75–79.
6. ГОСТ Р 52843-2007. Овцы и козы для убоя. Баранина, ягнятина и козлятина в тушах. Технические условия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52843-2007> (дата обращения 10.04.2020).
7. ГОСТ 25011-81 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка (с Изменением N 1). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200021660> (дата обращения 10.04.2020).
8. ГОСТ 23042-86. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-23042-86> (дата обращения 10.04.2020).
9. ГОСТ 51479-99. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51479-99> (дата обращения 10.04.2020).
10. ГОСТ Р 53642-2009. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы. [Электронный ресурс]. <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53642-2009>. Режим доступа: (дата обращения 10.04.2020).
11. Методическое указание по контролю норм вложения сырья и калорийности кулинарных изделий в предприятиях общественного питания. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456024738> (дата обращения 10.04.2020).

UDC 636.32/.38

Pashtetskaya A. V., Ostapchuk P. S., Emelyanov S. A.

Nutritional properties of sheep muscle tissue on the background of the use of liposomal form of antioxidants

Summary. To assess the quality of lamb meat after feeding young sheep with liposomal form of antioxidants is the key aim of the research. Chemical analysis of muscle tissue showed a significant ($p \leq 0.05$) increase in fat in the *m. Longissimus dorsi* and neck muscles by 5.3 % and 7.1 %, respectively. A significant increase in protein was observed in the average samples of leg (by 11.1%) and neck muscles (8.7 %). The calorific value of meat significantly increased in the carcasses of young animals of the experimental group. The average samples of the *m. Longissimus dorsi* and neck muscles showed an increase of this indicator by 3.6 and 7.6 % ($p \leq 0.05$), respectively.

Keywords: Tsigai breed, young animals, antioxidants, meat yield.

В последнее время в пищевой индустрии и кулинарии возрос спрос на ароматизированные салатные масла. Несмотря на широкое применение синтетических пищевых ароматизаторов при изготовлении данного вида продукции, использование в производстве натуральных извлечений из ароматических растений, содержащих биологически активные вещества (БАВ) липофильной природы, остается актуальным. В этом отношении масляные экстракты из эфиромасличного сырья являются перспективными источниками антиоксидантов, сбалансированными по концентрации отдельных видов БАВ [1].

Известны различные способы приготовления салатных ароматизированных масел из смеси пищевых растительных масел и масляных экстрактов ароматических растений. Недостатками этих способов являются: использование для обогащения смеси жирных масел небольшого количества пряностей и ароматических растений; технологические параметры получения масляного экстракта (низкая скорость, длительность и полнота экстрагирования) [2, 3].

Цель исследований – разработка способа получения салатных ароматизированных масел на базовом растительном горчичном масле, обогащенном биологически активными веществами (БАВ) липофильной природы с улучшенными органолептическими характеристиками и составом.

Исследования проведены в лабораторных условиях отдела переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «НИИСХ Крыма» в 2018 и 2019 гг. Объектами исследования были: горчичное нерафинированное масло, полученное способом холодного прессования, по качеству и безопасности соответствующего требованиям нормативных документов [4-6] и масляные экстракты пряностей и пряно-ароматических растений. Определение показателей качества растительных масел (органолептические и физико-химические) проводили в соответствии с общепринятыми методами.

Горчичное масло имело коричневато-желтый цвет, специфический запах и вкус растений семейства капустных.

Для изменения характерного запаха и вкуса горчичного масла использовали масляные экстракты смеси пряностей и пряно-ароматических растений (перец черный, перец красный, острый, перец душистый, чеснок, куркума, кориандр, пажитник сенный, розмарин, иссоп, душица, чабер садовый, тимьян обыкновенный, мята перечная, базилик огородный, эльсгольция Стаунтона). Отличительной чертой используемых пряностей и пряно ароматических растений является их принадлежность к группе пищевых и лекарственных растений, содержащих эфирные масла.

Экспериментально был разработан способ приготовления масляных экстрактов включающий: 1) инфракрасную сушку пряностей и пряно-ароматических растений; 2) измельчение высушенных пряностей и растений до размера частиц 100-200 мк; 3) смачивание и растирание измельченной смеси 70% раствором этанола, при оптимальном соотношении сырья: растворитель 1:2, продолжительность растирания – 15 мин; 4) экстрагирование полученной смеси горчичным маслом в соотношении сырья и экстрагента 1:10 на водяной бане при температуре воды 40-50 °С в течение 4 ч с последующим интенсивным перемешиванием экстрагируемой смеси шейкером продолжительностью 30 мин; 5) отстаивание масляного экстракта в течение 2 ч; 6) центрифугирование и фильтрация, полученного масляного экстракта.

Полученный масляный экстракт смешивали с горчичным маслом при соотношении компонентов, мас. %: 30:70 и перемешивали до однородного состояния.

В результате проведенных исследований разработаны составы пряных смесей в следующих количественных соотношениях компонентов:

№ 1 – перец душистый: кориандр: розмарин: иссоп: мята перечная: душица (1:3:6:6:6:6).

№ 2 – куркума: чабер садовый: тимьян обыкновенный: базилик огородный: эльсгольция Стаунтона: душица обыкновенная (1:5:5:5:5:5).

№3 – перец черный: перец красный: чеснок: кориандр: пажитник сенный: базилик огородный: чабер садовый: мята перечная (1:1:1:1:2:2:2).

Экспериментально полученные образцы салатных ароматизированных масел были проанализированы. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Из приведенных данных видно, что масла салатные ароматизированные содержали ароматических веществ в 4-5 раз больше, чем в контроле и имели специфический вкус, приятный запах характерный для смесей пряностей и пряно ароматических растений. Показатели безопасности соответствовали установленным нормативам в ГОСТ 8807 – кислотное число не более 6,0 мг КОН/г и перекисное число – не более 10 мэкв активного кислорода/кг.

В салатных ароматизированных маслах основными жирными кислотами являются следующие: линолевая, α -линоленовая, олеиновая (омега 3,6,9). Соотношение омега 6 к омега 3 составляет 2,2–2,7 : 1, что обеспечивает сбалансированный жирно-кислотный состав.

Таким образом, экспериментально разработанные пряные смеси в заявленном количественном соотношении компонентов, и оптимизированный способ получения обеспечивали высокие потребительские свойства салатных ароматизированных масел – гармоничный вкус и приятный аромат, а также лечебно-профилактический эффект.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели качества салатных ароматизированных масел

Наименование показателя	Название образца			
	Горчичное масло (контроль)	Ароматная смесь №1	Ароматная смесь №2	Ароматная смесь №2
Органолептические				
Прозрачность	Прозрачное, допускается осадок			
Цвет	Желтый	Темно-желтый	Светло оливковый	Оливковый
Запах	Свойственный горчичному маслу без посторонних запахов	Свойственный используемым пряностям		
Вкус	Свойственный горчичному маслу	Свойственный используемым пряностям		
физико-химические				
Относительная плотность при 20 °С	0,925	0,926	0,921	0,923
Показатель преломления при 20 °С	1,476	1,472	1,474	1,474
Кислотное число, мг КОН/г	1,54	1,62	1,48	1,40
Перекисное число, мэкв активного кислорода/кг	2,2	2,0	!,8	!,8
Массовая доля ароматических веществ, %	0,15	0,62	0,73	0,78

Таблица 2 – Жирно-кислотный состав горчичного масла и салатных ароматизированных масел

Наименование жирной кислоты	Массовая доля жирной кислоты (% к сумме жирных кислот)				
	По ГОСТ 8807	Горчичное масло (контроль)	Ароматная смесь №1	Ароматная смесь №2	Ароматная смесь №3
Пальмитиновая C _{16:0}	2-5	4,30	3,42	3,38	2,86
Пальмитолеиновая C _{16:1}	До 0,5	0,03	0,08	0,14	0,10
Стеариновая C _{18:0}	1-2	1,48	1,86	1,95	2,01
Олеиновая C _{18:1} (омега 9)	35-62	38,44	44,02	49,00	48,50
Линолевая C _{18:2} (омега 6)	20,6-33	22,59	25,06	27,70	24,30
α-линоленовая C _{18:3} (омега 3)	8-13	8,44	9,25	10,39	11,06
Арахидиновая C _{20:0}	До 1	0,18	0,30	0,37	0,25
Гондоиновая C _{20:1}	1,5-7	0,40	1,23	1,19	1,37
Эйкозодиеновая C _{20:2}	До 0,5	0,34	0,17	0,23	0,28
Бегеновая C _{22:0}	До 0,5	0,14	-	-	-
Эруковая C _{22:1}	До 5	0,05	-	-	-

Оптимизированный способ изготовления салатных ароматизированных масел позволяет получать масла салатные ароматизированные с высоким содержанием ароматических веществ (в 4-5 раз выше по сравнению с исходным горчичным маслом) и оптимальным для здоровья человека жирнокислотным составом. В Роспатент подана заявка 2019135136/10(069439) на изобретение «Способ получения растительного салатного ароматизированного масла». Принято решение о выдаче патента на изобретение.

Литература

4. Шиков А.Н., Макаров В.Г., Рыженков В.Е. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. М.: Рус. Врач, 2004. 264 с.
5. Патент РФ № 2 316 221 «Салатное масло». 10.02.2008.
6. Патент РФ № 2 632 000 «Ароматизированное масло растительное – смесь салатное масло» 29.09.2017.
7. ГОСТ 8807-94 Масло горчичное. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2011. 11 с.
8. ТР ТС 024/2011 Технический регламент на масложировую продукцию, утвержденный Комиссией Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. N 883. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://sudact.ru/law/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n_18/tr-ts-0242011/ (дата обращения 24.04.2020).
9. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции, утвержденный Комиссией Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. N 880. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rostest.net/wp-content/uploads/2014/10/TR-TS-021-2011-O-bezopasnosti-pischevoy-produktsii.pdf> (дата обращения 24.04.2020).

UDC 664.34.063.8

Pekhova O. A., Timasheva L. A., Danilova I. L.

Optimization of the method for the production of flavored oils for salad dressing

Summary. We developed an optimized method for the production of flavored oils for salad dressing containing 4-5 times more aromatic substances compared to original mustard oil and having an optimal fatty acid composition. An application 2019135136/10(069439) for the invention “Method for producing flavored vegetable oils for salad dressing” was submitted to Rospatent. A favorable decision is granted on the issue of a patent for the invention.

Keywords: mustard oil, spices, spicy-aromatic plants, flavored oils for salad dressing, oil extract.