

**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  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ .

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.