УДК 633.88(470.26)

# ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ВИШТЫНЕЦКИЙ» (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ) КАК ЦЕННЫЙ ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ФЕНОЛЬНОЙ ПРИРОДЫ

**Скрыпник Л.Н., Пунгин А.В., Алейникова Н.А., Николаева Н.В., Петрова В.М., Данилова М.В.**

*ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени И. Канта», Калининград, e-mail: LSkrypnik@kantiana.ru*

Лекарственные растения являются ценным источником новых фармацевтических препаратов и основой для разработки продуктов функционального назначения. Во многом фармакологическая активность лекарственных растений связана с наличием в них соединений фенольной природы. Целью данной работы явилось изучение суммарного содержания фенольных соединений и дубильных веществ в лекарственных растениях, произрастающих на территории природного парка «Виштынецкий» (Калининградская область). В работе было исследовано 19 видов дикорастущих лекарственных растений. Установлено, что максимальным суммарным содержанием фенольных соединений отличались иван-чай, листья земляники, малины и мята (от 18,5 до 27,4 мг/г). Максимальное содержание дубильных веществ было определено в иван-чае, листьях малины и земляники (от 14,7 до 23,1 мг/г). Корреляционный анализ показал наличие прямой связи между суммарным содержанием фенольных соединений и дубильных веществ в растениях ($r = 0,93$, $p < 0,05$). Результаты кластерного анализа позволили разделить исследованные виды растений на четыре группы. В первую группу вошли такие виды растений, как иван-чай, малина обыкновенная и земляника лесная (высокое содержание фенольных соединений и дубильных веществ). Во вторую группу вошли мята луговая, вьюнок полевой, черноголовка обыкновенная (от высокого до среднего содержания). Третью группу составили следующие виды растений: кислица обыкновенная, донник белый, якобея обыкновенная, лещина обыкновенная, майник двулистный, коровняк черный, синяк обыкновенный и тысячелистник обыкновенный (средний уровень). В четвертую группу вошли хвощ полевой, ромашка аптечная, сныть обыкновенная, марьянник дубравный и мыльнянка лекарственная (низкое содержание). С учетом широкого распространения иван-чая узколистного на территории Калининградской области и высокого содержания в нем суммы фенольных соединений и дубильных веществ данный вид можно рекомендовать в качестве источника получения биологически активных веществ фенольного типа и как сырье при производстве функциональных продуктов питания.

**Ключевые слова: лекарственные растения, природный парк «Виштынецкий», биологически активные вещества, фенольные соединения, дубильные вещества**

# MEDICINAL PLANTS OF THE NATURE PARK «VISHTYNETSKY» (KALININGRAD REGION) AS A VALUABLE SOURCE OF PHENOLIC BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS

**Skrypnik L.N., Pungin A.V., Aleynikova N.A., Nikolaeva N.V., Petrova V.M., Danilova M.V.**

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Immanuel Kant Baltic Federal University. Kaliningrad, e-mail: LSkrypnik@kantiana.ru*

Medicinal plants are a valuable source of new pharmaceutical substance and raw material for the development of functional products. The pharmacological activity of medicinal plants is associated with the presence of phenolic compounds. The purpose of this work was to study total content of phenolic compounds and tannins in medicinal plants growing on the territory of the Nature park «Vishtynetsky» (Kaliningrad region). The study involved investigation of 19 species of wild-growing medicinal plants. The plants of *Chamaenerion angustifolium*, *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, and *Mentha arvensis* had maximum level of phenolic compounds (18.5–27.4 mg/g). The maximum content of tannins was determined in plants of *Chamaenerion angustifolium*, *Rubus idaeus* and *Fragaria vesca* (14.7–23.1 mg/g). Correlation analysis showed the presence of a direct relationship between the total content of phenolic compounds and tannins in plants ($r = 0.93$, $p < 0.05$). Based on cluster analysis the studied plants were classified into four groups. The first group included such plant species as *Chamaenerion angustifolium*, *Rubus idaeus* and *Fragaria vesca* (high content). The second group consisted of *Mentha arvensis*, *Convolvulus arvensis*, and *Prunella vulgaris* (from high to medium content). The third group consisted of the following plant species: *Oxalis acetosella*, *Melilotus albus*, *Jacobaea vulgaris*, *Corylus avellana*, *Maianthemum bifolium*, *Verbascum nigrum*, *Echium vulgare*, and *Achillea millefolium* (medium content). The fourth group consisted of *Equisetum arvense*, *Matricaria chamomilla*, *Aegopodium podagraria*, *Melampyrum nemorosum* and *Saponaria officinalis* (low content). Considering the wide distribution of *Chamaenerion angustifolium* in Kaliningrad region and a high content of phenolic compounds and tannins in it, this species can be recommended as a source of phenolic biologically active substances and as a raw material in the production of functional foods.

**Keywords: medicinal plants, nature park «Vishtynetsky», biologically active compounds, phenolic compounds, tannins**

Природный парк «Виштынецкий» располагается на Виштынецкой холмисто-моренной возвышенности на юго-востоке Калининградской области на границе трех государств – России, Литвы и Польши. Природный парк функционирует с 2010 г., однако его территория всегда находилась под особой охраной. Большую часть пар-

ка занимает Красный лес – часть исторической Ромминтской пущи. Несмотря на то, что в последнее время данный район активно используется в целях рекреации, в целом антропогенная нагрузка в данном районе остается невысокой, что позволяет относить природный парк «Виштынецкий» к территориям Калининградской области с благоприятной экологической обстановкой [1].

Лекарственные растения являются ценным источником новых фармацевтических препаратов и основой для разработки продуктов функционального назначения. Кроме того, различные части лекарственных растений все чаще применяются в косметической промышленности [2]. Традиционно лекарственные растения используются в травяных сборах. Роль травяного чая в профилактике и лечении болезней отчасти объясняется антиоксидантными свойствами составляющих его компонентов. Интересно, что многие лекарственные растения содержат большое количество антиоксидантов, отличных от витамина С, витамина Е и каротиноидов. Их антиокислительный эффект обусловлен в основном фенольными компонентами, такими как фенольные кислоты, флавоноиды, танины [3].

Фенольные соединения являются широко распространенным в растительном мире классом вторичных метаболитов. Их биосинтез в растениях осуществляется из фенилаланина и тирозина. Несмотря на широкое разнообразие данных соединений (на сегодняшний день их насчитывается более 8000), общим в их структуре является наличие ароматического кольца и одной или нескольких гидроксильных группах. Фенольные соединения относятся к водорастворимым компонентам клетки, присутствующим, как правило, в форме гликозидов в сочетании с молекулами сахаров, таких как глюкоза, галактоза, рамноза, арабиноза, ксилоза и рутиноза [4].

В пищевых продуктах фенольные соединения могут выступать как антиокислительные агенты, придавать продуктам цвет, запах, вкус горечи или терпкости. Активность полифенолов включает антиоксидантное, антимутагенное, противоопухолевое, противоаллергическое, противовоспалительное, противовирусное, противоязвенное, противодиарейное, противогельминтное, антигепатотическое и антипролиферативное действие [5].

Дубильные вещества – танины – представляют собой гетерогенную группу фенольных полимеров с различной молекулярной массой и сложностью химической структуры. Количественный и качественный состав танинов в растениях зависит от многих факторов, и прежде всего таких, как вид растения, стадия онтогенеза, условия произрастания [6]. Дубильные вещества обладают вяжущим, противовоспалительным и кровоостанавливающим действием, поэтому поиск растений с высоким содержанием данных компонентов является перспективным и может явиться основой при разработке новых фармацевтических препаратов и функциональных продуктов питания [7].

Таким образом, целью работы являлось изучение суммарного содержания фенольных соединений и дубильных веществ в лекарственных растениях, произрастающих на территории природного парка «Виштынецкий» (Калининградская область).

**Материалы и методы исследования**

В качестве объекта исследования использовались растения, произрастающие на территории природного парка «Виштынецкий», и обладающие лекарственными свойствами. Всего было исследовано 19 видов растений: тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), коровняк черный (*Verbascum nigrum* L.), синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.), якобея обыкновенная (*Jacobaea vulgaris* Gaertn.), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis* L.), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* (L.) H. Karst.), донник белый (*Melilotus albus* Medik.), марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L.), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), мята луговая (*Mentha arvensis* L.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.). Для исследований были собраны листья и стебли растений в период с конца июня по начало июля 2018 г.

Фенольные соединения и дубильные вещества экстрагировали из растительного сырья дистиллированной водой при температуре 60 °С в течение 15 мин. Экстракты фильтровали, фильтрат использовали для анализа. Суммарное содержание фенольных соединений определяли по методу Фо-

лина – Чокальтеу согласно [8] с некоторыми модификациями. Для проведения реакции 100 мкл раствора галловой кислоты (стандарт) или растительного экстракта смешивали с 300 мкл 0,2 М раствора Фолина – Чокальте и инкубировали в течение 10 мин при комнатной температуре в темноте. Далее к смеси добавляли 6 мл раствора карбоната натрия с концентрацией 6,75 % и выдерживали еще 20 мин. Оптическое поглощение измеряли при 765 нм (спектрофотометр UV-3600, Shimadzu, Япония). Дубильные вещества определяли по методу берлинской лазури [9]. К 25 мл дистиллированной воды добавляли 250 мкл растительного экстракта, 3 мл 0,5М $FeCl_3$ в 0,1N HCl и 3 мл 0,008 М $K_3Fe(CN)_6$. Оптическое поглощение измеряли через 10–15 мин при 720 нм (спектрофотометр UV-3600, Shimadzu, Япония). Для построения калибровочного графика использовали растворы галловой кислоты различной концентрации. Суммарное содержание фенольных соединений и дубильных веществ выражали в мг эквивалента галловой кислоты на грамм сухой массы.

Полученные данные обработаны статистически с использованием программы Statistica ver. 12 (Statsoft Inc, США). На графиках представлены средние значения с указанием стандартного отклонения ($n = 5$). Схожесть изучаемых видов растений в аккумуляции фенольных соединений и дубильных веществ оценивали с использованием кластерного анализа по методу Варда. Корреляционный анализ проводился по критерию Пирсона.

## Результаты исследования и их обсуждение

В ходе работы исследовалось суммарное содержание фенольных соединений в 19 видах растений, которые согласно литературным данным обладают фармацевтической активностью. Результаты анализа представлены на рис. 1.

Как видно из представленных на рисунке данных, максимальным суммарным содержанием фенольных соединений отличались такие виды, как иван-чай, земляника, малина, мята полевая. Уровень фенольных соединений в них составлял от 18,5 до 27,4 мг/г. Минимальное содержание данного класса биологически активных соединений было выявлено в хвоще полевом, сныти обыкновенной, марьяннике дубравном (4,2–4,8 мг/г).

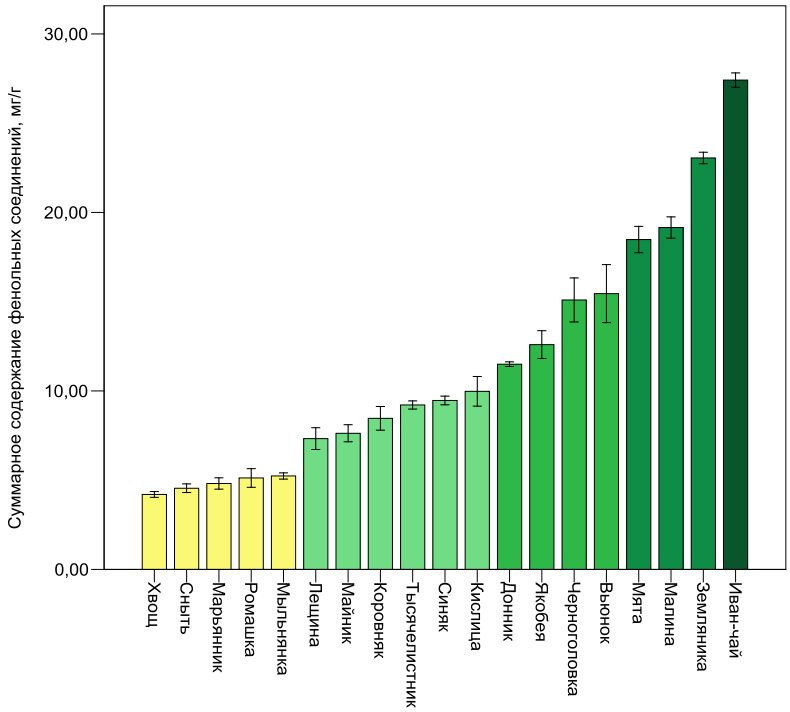


*Рис. 1. Суммарное содержание фенольных соединений в лекарственных растениях природного парка «Виштынецкий»*

В растениях также оценивалось содержание дубильных веществ. Результаты представлены на рис. 2. Максимальным содержанием данных биологически активных веществ отличались растения иван-чая, малины и земляники. Уровень дубильных веществ в них составлял от 14,7 до 23,1 мг/г. Минимальное содержание было установлено в сныти обыкновенной, мыльнянке лекарственной и марьяннике дубравном (1,3–1,8 мг/г).

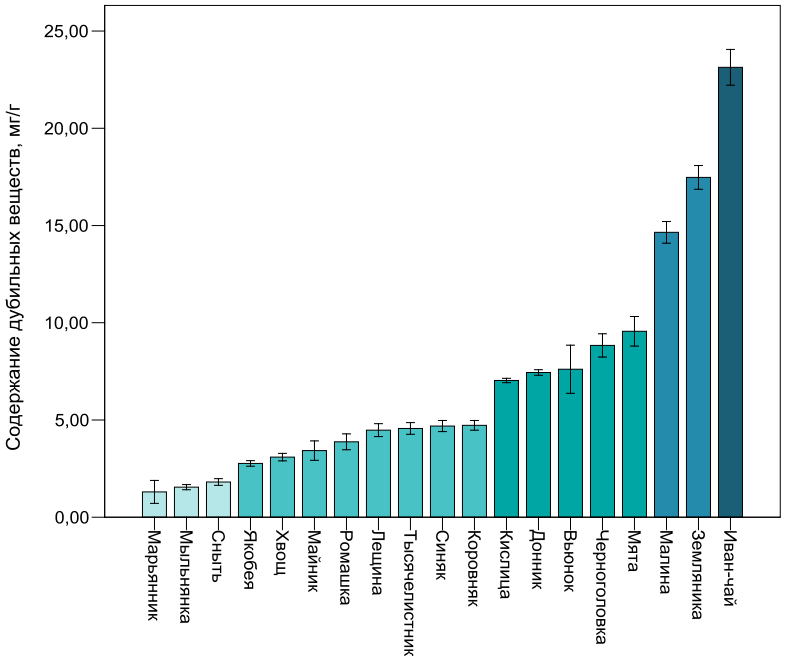


*Рис. 2. Содержание дубильных веществ в лекарственных растениях природного парка «Виштынецкий»*

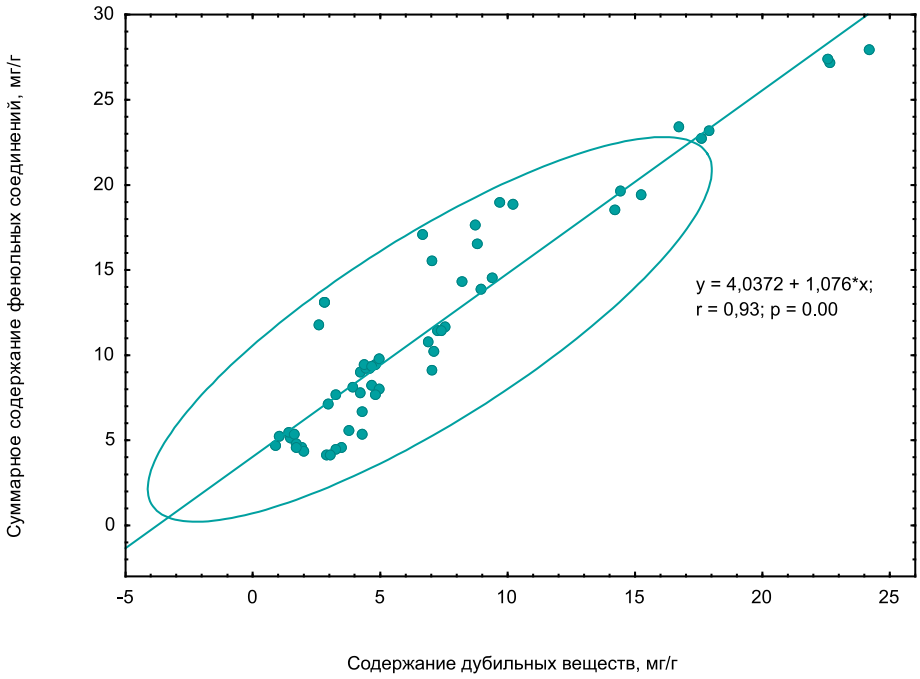


*Рис. 3. Диаграмма рассеяния суммарного содержания фенольных соединений в зависимости от уровня дубильных веществ в растениях*

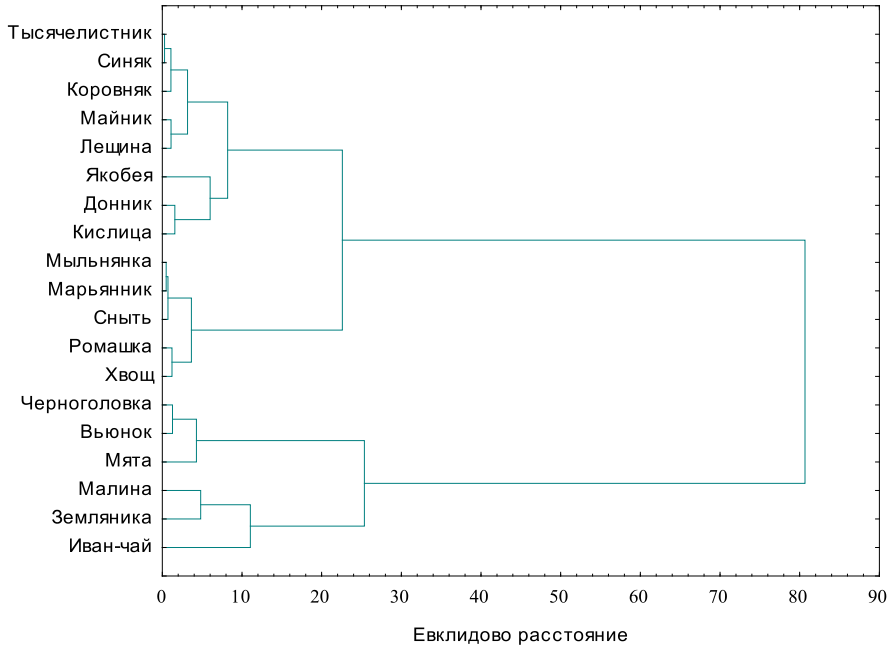


*Рис. 4. Классификация растений на основе кластерного анализа по методу Варда по содержанию в них суммы фенольных соединений и дубильных веществ*

Корреляционный анализ показал наличие прямой связи между суммарным содержанием фенольных соединений и дубильных веществ в исследованных растениях (рис. 3). Коэффициент корреляции составил 0,93 ($p < 0{,}05$). Наличие положительной корреляции сильной степени силы свидетельствует о сопряженном биосинтезе и аккумуляции данных классов соединений.

По результатам определения суммарного содержания фенольных соединений и дубильных веществ в 19 видах лекарственных растений, произрастающих на территории природного парка «Виштынецкий», был проведен кластерный анализ, результаты которого представлены в форме дендрограммы на рис. 4. Исследованные виды растений по их способности аккумулировать данные классы биологически активных компонентов можно разделить на 4 группы. В первую группу вошли такие виды растений как иван-чай, малина обыкновенная и земляника лесная. Растения данного класса отличались максимальным уровнем фенольных соединений и дубильных веществ. Во вторую группу вошли мята луговая, вьюнок полевой, черноголовка обыкновенная. Данные виды растений характеризовались относительно высоким уровнем суммы фенольных соединений и дубильных веществ. Третью группу составили следующие виды растений: кислица обыкновенная, донник белый, якобея обыкновенная, лещина обыкновенная, майник двулистный, коровняк черный, синяк обыкновенный и тысячелистник обыкновенный, которые отличались средним уровнем исследуемых биологически активных веществ. Хвощ полевой, ромашка аптечная, сныть обыкновенная, марьянник дубравный и мыльнянка лекарственная объединились в четвертый кластер. Для данных растений не было характерно накопление ни дубильных веществ, ни фенольных соединений в целом.

Оценка суммарного содержания фенольных соединений и дубильных веществ в лекарственных дикорастущих растениях на территории Калининградской области проводилась впервые. Представленные ранее в ряде работ исследования антиоксидантов, в том числе фенольного типа, в лекарственных растениях Калининградского региона были посвящены изучению растений Ботанического сада БФУ им. И. Канта [10, 11]. При этом качественный и количественный состав биологически активных компонентов растений зависит от условий местообитания и географического места произрастания. Кроме того, многие лекарственные растения Ботанического сада являются

нехарактерными для северо-западного региона России и не имеют широкого распространения на территории области, а следовательно, не могут рассматриваться как возобновляемый источник биологически активных компонентов. Полученные в нашей работе результаты позволили выделить такие виды растений, как иван-чай, земляника, малина, как наиболее перспективные в целях получения на их основе продуктов функционального назначения с повышенным содержанием фенольных соединений и дубильных веществ. Особенно необходимо отметить иван-чай, содержание фенольных соединений и дубильных веществ в котором было максимальным. Ранее было показано, что состав фенольных соединений в листьях иван-чая очень разнообразен и включает простые фенолы (эллаговую и галловую кислоты), фенилпропаноиды, кумарины, флавоноиды (ауроновой группы: миквелианин – производное кверцетина, афцелин и кемпферол-3-О-глюкуронид – производные кемпферола, мирицитрин и др.), а также танины [12].

## Заключение

Таким образом, в ходе исследования 19 видов лекарственных растений, произрастающих на территории природного парка «Виштынецкий», было показано, что максимальным содержанием дубильных веществ и суммы фенольных соединений отличались растения иван-чая узколистного. С учетом широкого распространения данного вида на территории Калининградской области его можно рекомендовать в качестве источника получения биологически активных веществ фенольного типа и как сырье при производстве функциональных продуктов питания.

## Список литературы / References

1. Берникова Т.А., Нагорная Н.Н., Цупикова Н.А. Возможность оценки трофического статуса водоема по величине перманганатной окисляемости (на примере озера Виштынецкого Калининградской области) // Вестник РУДН. Серия: экология и безопасность жизнедеятельности. 2013. № 3. С. 12–22.

Bernikova T.A., Nagornova N.N., Tsoupikova N.A. Possibility to estimate trophic status of water body according to its permanganate oxidation value (by the example of the Vishtynetskoye lake, Kaliningrad region) // RUDN Journal of Ecology and Life Safety. 2013. № 3. P. 12–22 (in Russian).

2. Wijesekera R.O.B. The medicinal plant industry. N.Y.: Routledge, 2017. 280 p.

3. Maqsood S., Benjakul S., Abushelaibi A., Alam A. Phenolic compounds and plant phenolic extracts as natural antioxidants in prevention of lipid oxidation in seafood: a detailed review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2014. Vol. 13. № 6. P. 1125–1140.

4. Costa D.C., Costa H.S., Albuquerque T.G., Ramos F., Castilho M.C., Sanches-Silva A. Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. Trends in Food Science & Technology. 2015. Vol. 45. № 2. P. 336–354. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.06.009.

5. Carocho M., Barreiro M.F., Morales P., Ferreira I.C.F.R. Adding molecules to food, pros and cons: a review on synthetic and natural food additives. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2014. Vol. 13. P. 377–399. DOI: 10.1111/1541-4337.12065.

6. Ropiak H.M., Ramsay A., Mueller-Harvey I. Condensed tannins in extracts from European medicinal plants and herbal products. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis. 2016. Vol. 121. P. 225–231.

7. Гриценко А.И., Губанова Л.Б., Попова О.И. Применение различных методов при определении дубильных веществ в листьях скумпии кожевенной (*Cotinus coggygria* Scop.) // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1 [Электронный ресурс]. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18495 (дата обращения: 27.12.2018).

Gritsenko A.I., Gubanova L.B., Popova O.I. Application of various methods with determining tannins in leaves of a skumpiya tanning (*Cotinus coggygria* Scop.) // Modern problems of science and education. 2015. № 1–1 [Electronic resource]. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18495 (date of access: 27.12.2018) (in Russian).

8. Денисенко Т.А., Вишникин А.Б., Цыганок Л.П. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина –Чокальтеу // Аналитика и контроль. 2015. Т. 19. № 4. С. 373–380. DOI: 10.15826/analitika.2015.19.4.012.

Denisenko T.A., Vishnikin A.B., Tsiganok L.P. Spectrophotometric determination of sum of phenolic compounds in plants using aluminum chloride, 18-molybdodiphosphate and Folin – Ciocalteu reagents // Analitika i kontrol'. 2015. Vol. 19. № 4. P. 373–380 (in Russian).

9. Gupta C., Verma R. Visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content and antioxidant activity of three common vegetable // International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2010. Vol. 2. № 1. P. 175–182. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.2(1).175-82.

10. Масленников П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н., Мальцева Е.Ю., Полтавская Р.Л. Содержание низкомолекулярных антиоксидантов в лекарственных растениях Калининградской области // Химия растительного сырья. 2012. № 3. С. 127–133.

Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N., Maltseva E.J., Poltavskaya R.L The content of low-molecular antioxidants in medicinal plants of the Kaliningrad region // Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 2012. № 3. P. 17–23 (in Russian).

11. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N. The content of phenolic compounds in medicinal plants of a botanical garden (Kaliningrad oblast). Biology Bulletin. 2012. Vol. 41. № 2. P. 133–138. DOI: 10.1134/S1062359013050105.

12. Полуконова Н.В., Байтман Т.Н., Полуконова А.В., Наволокин Н.А., Аврамец О.А., Прилепский А.Ю., Гелевера Н.И., Бучарская А.Б. Исследование активности флавоноидсодержащего экстракта Кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium*) в экспериментах *in vitro* и *in vivo* // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2017. Т. 15. № 4. С. 3–15. DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-4-3-15.

Polukonova N.V., Baitman T.N., Polukonova A.V., Navolokin N.A., Avramets O. A., Prilepsky A. Yu., Gelevera N.I., Bucharskaya A.B. Investigation of the activity of the flavonoid-containing *Chamerion angustifolium* extract in the experiments *in vitro* and *in vivo* // Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University. 2017. Vol. 15. № 4. P. 3–15 (in Russian).