

## ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ГУСТЫХ ЭКСТРАКТОВ ЛИСТЬЕВ КРАСНОЙ СМОРОДИНЫ

С.Н. Петрова, А.Д. Кантан, Ю.В. Яргунова

Светлана Николаевна Петрова \*, Анастасия Дмитриевна Кантан, Юлия Валерьевна Яргунова

Кафедра технологии пищевых продуктов и биотехнологии, Ивановский государственный химико-технологический университет, Шереметевский просп., 7, Иваново, Российская Федерация, 153000

E-mail: psn903@mail.ru \*, kantan\_ad@mail.ru, jyarg@mail.ru

*В работе получены густые экстракты листьев красной смородины с использованием различных растворителей и изучены их свойства. Извлечение биологически активных веществ из растительного сырья проводили последовательной обработкой его гексаном, ацетоном и раствором этанола 70 %. Растворители из мисцелл отгоняли на роторно-пленочном испарителе и полученные извлечения высушивали до постоянной массы. Густые экстракты представляли собой мазеобразные субстанции темно-зеленого цвета с характерным запахом листьев красной смородины. Определены физико-химические свойства извлечений и их элементный состав. Со сменой растворителя от гексана к ацетону и от ацетона к этиловому спирту количество углерода и водорода уменьшается при одновременном возрастании доли кислорода; возрастают выход, влажность и зольность полученных экстрактов. Методом спектрофотометрического титрования определено, что в ацетоновом и спиртовом экстрактах присутствуют соединения, содержащие фенольные структуры, благодаря которым биополимеры способны проявлять восстановительные свойства в окислительно-восстановительных реакциях. Показано наличие в густых экстрактах каротиноидов, хлорофиллов и флавоноидов. Наибольшее количество биологически активных веществ присутствует в извлечении, полученном с помощью ацетона в качестве экстрагента, несмотря на то, что этот растворитель был вторым при последовательной обработке листьев. Изучены антиоксидантные свойства густых экстрактов листьев красной смородины с использованием в качестве модельной реакции окисление адреналина в щелочной среде. Показано, что все полученные густые экстракты проявляют ингибирующую способность в реакции окисления адреналина и их антиокислительные свойства сопоставимы с действием аскорбиновой кислоты.*

**Ключевые слова:** растительное сырье, красная смородина, биологически активные вещества, флавоноиды, каротиноиды, хлорофиллы, мацерация, элементный анализ, УФ-спектроскопия

UDC: 66.061.34: 634.722

## PREPARATION AND PROPERTIES OF RED CURRANT LEAVES EXTRACTS

S.N. Petrova, A.D. Kantan, Yu.V. Yargunova

Svetlana N. Petrova \*, Anastasiya D. Kantan, Yuliya V. Yargunova

Department of Food Chemistry, Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheremetievskiy ave., 7, Ivanovo, 153000, Russia

E-mail: psn903@mail.ru \*, kantan\_ad@mail.ru, jyarg@mail.ru

*The work is devoted to biological active substances in plants and their antioxidant activity. The study of biologically active substance, especially natural antioxidants is very important task. After several studies on the importance of antioxidants in biological systems by counteracting of*

*oxidative stress that causes several human diseases such as atherosclerosis, diabetes mellitus, chronic inflammation, neurodegenerative disorders, and certain types of cancer have been conducted. There is a great interest of quantification of antioxidants and determination of antioxidant capacities of a number of specific food compounds. The main theme of work includes three sub-themes. The first subtheme is the preparation of the extract; the second subtheme is the study of the composition of biologically active substances contained in the extract; and the third subtheme is the study of the properties of the extract. The primary objective of the investigation is to research properties of thick extracts of red currant leaves which were extracted with such organic solvents as acetone, hexane and ethyl alcohol. The tasks are qualitative and quantitative investigation of the thick extracts and determination of their inhibiting action on the process of free radicals formation in hydrophilic systems. For the qualitative analysis of thick extracts the method of optical spectroscopy is employed. Calculation method is used for the quantitative analysis. The most important stage of analyzing dense extracts is the verification of their antioxidant properties. This model of the oxidation reaction of adrenaline with air oxygen is used. The theoretical importance is application of the natural vegetable materials as the source of antioxidants for food stuffs. In comparison with synthetic materials they are less toxic. To sum it up, red currant leaves extracts contain a set of biological active substances (phenolic compounds, bioflavonoids, carotinoids, chlorophyll) capable of exerting an antioxidant effect, and they can be recommended in the food, cosmetic and pharmaceutical industries.*

**Key words:** plant material, red currant, biological active substances, flavonoids, carotenoids, chlorophyll, maceration, elemental analysis, UV-spectroscopy

**Для цитирования:**

Петрова С.Н., Кантан А.Д., Яргунова Ю.В. Получение и свойства густых экстрактов листьев красной смородины. *Изв. вузов. Химия и хим. технология.* 2017. Т. 60. Вып. 7. С. 66–71.

**For citation:**

Petrova S.N., Kantan A.D., Yargunova Yu.V. Preparation and properties of red currant leaves extracts. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2017. V. 60. N 7. P. 66–71.

## ВВЕДЕНИЕ

Красная смородина (*Ribes rubrum L.*) – листопадный кустарник семейства Крыжовниковые (*Grossulariaceae*), является одной из наиболее популярных культур, легко возделываемых и дающих стабильно высокие урожаи [1]. Она отличается зимостойкостью, скороплодностью, служит продуктом диетического питания и ценным сырьем для переработки [2].

Питательная и лечебная ценность красной смородины определяется ее составом. В ягодах красной смородины содержатся сахара (6,5-7,0%), органические кислоты (до 2,5%), пектиновые вещества (7,5-11,2%) [3], витамины Р (0,3-0,5%) и С (до 237 мг %) [4, 5], антоцианы (610-750 мг %), флавонолы и флавоны (200-220 мг %) [6]. Высокую ценность имеют также и ее листья. В них содержатся органические кислоты (3-6 %), витамин С (392,7-692,7 мг %), витамин Р (0,3-0,35%) [7], флавоноиды (0,7-6,97 мг/г сухого сырья (СС)), каротиноиды (0,1-0,48 мг/г СС), хлорофиллы (0,3-1,43 мг/г СС) [8].

В настоящее время значительное внимание уделяется изучению растительных экстрактов с потенциальными антиоксидантными свойствами. С этой точки зрения листья красной смородины представляют несомненный интерес.

Целью настоящей работы являлось получение густых экстрактов листьев красной смородины с использованием растворителей различной полярности, исследование состава и свойств таких экстрактов.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Листья собирали в мае 2014 г. на территории Ивановской области, сушили при комнатной температуре без доступа солнечного света и измельчали (до размера частиц 1 мм). Для получения экстрактов использовали гексан ( $\epsilon = 1,89$ ;  $\mu = 0,08 D$ ), ацетон ( $\epsilon = 20,7$ ;  $\mu = 2,84 D$ ), этанол 70% ( $\epsilon = 41,13$ ;  $\mu = 1,69 D$ ) [9]. Сначала растительное сырье обрабатывали гексаном при модуле 1:5 методом мацерации в три приема по 5-10 сут в темноте. Вытяжки объединяли, концентрировали на ротаторном испа-

рителе Heidolph WB 2000 до мазеобразного состояния и высушивали при температуре 50 °С до постоянной массы с получением гексанового густого экстракта (ЭГ). Высушенный шрот обрабатывали ацетоном и получали ацетоновый густой экстракт (ЭА). Оставшийся шрот сушили, обрабатывали этиловым спиртом (70%) по вышеприведенной схеме с получением спиртового густого экстракта (ЭС). Определяли выход экстрактов, их влажность и зольность [10]. Спектрофотометрический анализ извлечений проводили на спектрофотометре Varian Cary – 50 в диапазоне длин волн 200-700 нм, элементный анализ – на приборе Analyzer FlashEA 1112 Series.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Густые экстракты представляли собой мазеобразные субстанции темно-зеленого цвета с характерным запахом листьев красной смородины. Их физико-химические показатели представлены в табл. 1. С ростом полярности растворителя выход экстрактивных веществ, влажность полученных извлечений и их зольность возрастают. Неполярный растворитель гексан экстрагирует, в основном вещества липидной природы, что объясняет относительно низкую влажность извлечения. Характеристики спиртового экстракта существенно отличаются от других, что, вероятно, связано с присутствием в нем балластных веществ.

Таблица 1

#### Свойства густых экстрактов листьев красной смородины

Table 1. The properties of red currant leaf extracts

Показатель	ЭГ	ЭА	ЭС
Выход, %	1,52	2,51	7,06
Влажность, %	4,8	9,7	15,5
Зольность, %	0,76	0,98	6,42

Элементный состав полученных извлечений, пересчитанный в соответствии с методикой [11], представлен в табл. 2. Со сменой растворителя от гексана к ацетону и от ацетона к этиловому спирту количество углерода и водорода уменьшается при одновременном возрастании доли кислорода, что свидетельствует об увеличении гидрофильности и относительной полярности соединений, присутствующих в экстрактах [12, 13]. Отношение Н/С составило наименьшее значение в случае анализа спиртового экстракта; для него же отношение О/С было наибольшим. Таким образом, по сродству к воде густые экстракты можно расположить в ряд: ЭГ < ЭА < ЭС.

Для количественного определения биологически активных веществ в густых экстрактах использовали электронные спектры поглощения

(рис. 1), которые для нивелирования влияния концентрации перестроены в координатах  $E = A/C - \lambda$ .

Таблица 2

#### Элементный состав густых экстрактов

Table 2. The elemental composition of thick extracts

Показатель	ЭГ	ЭА	ЭС
Содержание элементов, %			
С	81,5	74,1	70,9
Н	14,3	10,4	8,0
О	0,4	1,3	3,4
Атомные отношения			
Н/С	2,1	1,7	1,4
О/С	0,01	0,04	0,06

$E \cdot 10^{-3}$

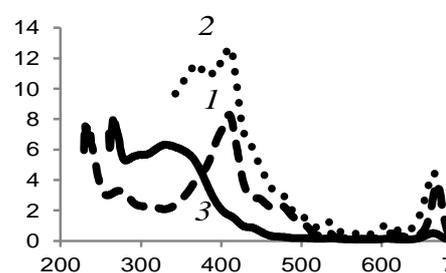


Рис. 1. Спектры экстрактов листьев красной смородины: 1 – ЭГ; 2 – ЭА; 3 – ЭС

Fig. 1. The spectra of red currant leaf extracts: 1 – hexane extract; 2 – acetone extract; 3 – ethyl alcohol extract

Спектр ацетонового экстракта располагается выше других, особенно в области длин волн 350-410 нм. На спектрограммах гексанового и ацетонового экстрактов наблюдаются пики в области 400 нм, характерные для каротиноидов [14], и при 670 нм, свидетельствующие о наличии хлорофиллов [15, 16]. Максимум при 370 нм (спектр ЭА) указывает на присутствие веществ флавоноидной природы [17]. Спектр спиртового экстракта имеет ярко выраженный широкий максимум в области 300-380 нм, что говорит также о присутствии в образце флавоноидов [17, 18]. Расчет содержания хлорофиллов и каротиноидов осуществляли по формуле Веттштейна [19], оксикоричных кислот – по спектральным данным в пересчете на хлорогеновую кислоту [20] (табл. 3). Выявлено, что наибольшее количество биологически активных веществ содержится в ацетоновом экстракте.

Флавоноиды характеризуются высоким содержанием фенольных гидроксильных групп, которые, как правило, способствуют повышению реакционной способности биополимеров и проявлению антиоксидантных свойств. Фенольные гидроксилы активно участвуют в делокализации электронной плотности по цепочкам сопряженных π-связей, что сказывается на кислотно-основных

характеристиках и реакционной способности макромолекулы в целом. Изучение кислотно-основных свойств густых экстрактов проводили методом спектрофотометрического титрования, основанного на значительном различии в поглощении недиссоциированной (рН 6) и анионной (рН 10) форм макромолекулы в УФ-области спектра. Согласно [21], вещества, имеющие фенольные группы, при переходе от нейтральной к щелочной среде обеспечивают гиперхромное смещение спектра. Для оценки ионизации функциональных групп экстрактов в щелочной среде изучались дифференциальные спектры, представленные на рис. 2. Следует отметить, что в ацетоновом и спиртовом экстрактах содержание фенольных групп выше в отличие от гексанового экстракта.

Таблица 3

Содержание хлорофиллов, каротиноидов, флавоноидов, мг/г

Table 3. The content of chlorophyll, carotenoids, flavonoids, mg/g

	ЭГ	ЭА	ЭС
Флавоноиды	73,9	254,8	117,2
Каротиноиды	7,7	14,5	1,3
Хлорофиллы	21,5	40,8	4,5

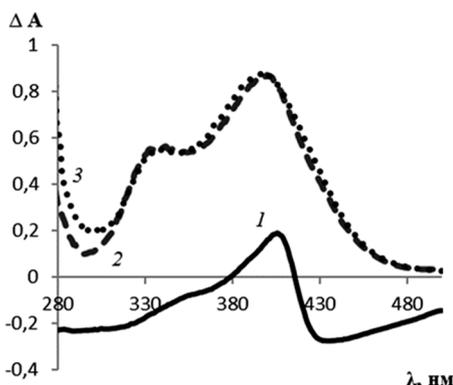


Рис. 2. Дифференциальные спектры экстрактов (рН 10 – рН 6): 1 – ЭГ; 2 – ЭА; 3 – ЭС  
Fig. 2. Differential spectra of extracts (pH 10 – pH 6): 1 – hexane extract; 2 – acetone extract; 3 – ethyl alcohol extract

Антиоксидантную способность экстрактов изучали с использованием модельной реакции окисления адреналина в щелочной среде [22, 23]. Кинетические кривые окисления адреналина (1) и такового с добавками экстрактов (2-4) и аскорбиновой кислоты (5) представлены на рис. 3. При этом кривая 1 расположена значительно выше кривых 2-4. Ингибирующее действие экстрактов проявляется в замедлении нарастания оптической плотности по мере накопления продуктов окисления по сравнению с контрольной пробой. Также от-

мечается, что антиоксидантная активность экстрактов листьев красной смородины сопоставима с действием аскорбиновой кислоты. Расчетные данные по антиоксидантной активности исследуемых объектов представлены в табл. 4.

Установлено, что повышенной антиокислительной способностью обладает ацетоновый экстракт, в составе которого велико содержание биологически активных веществ – антиоксидантов.

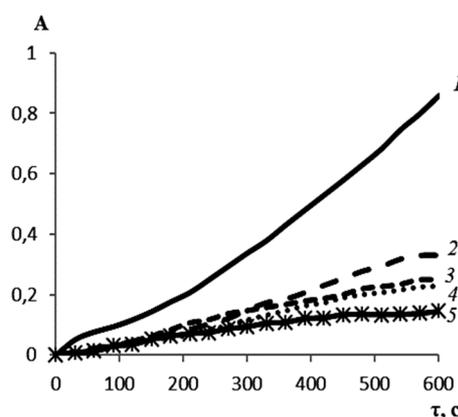


Рис. 3. Кинетические кривые ( $\lambda = 347$  нм) окисления адреналина ( $c=6,54 \cdot 10^{-5}$  г/мл) в отсутствие (1) и в присутствии спиртового ( $c=3,3 \cdot 10^{-4}$  г/мл) (2); гексанового ( $c=3,15 \cdot 10^{-4}$  г/мл) (3) и ацетонового экстрактов ( $c=3,15 \cdot 10^{-4}$  г/мл) (4); аскорбиновой кислоты ( $c=1 \cdot 10^{-4}$  г/мл) (5)

Fig. 3. Kinetic curves ( $\lambda = 347$  nm) of adrenaline oxidation ( $c=6.54 \cdot 10^{-5}$  g/ml) in the absence (1) and presence of ethyl alcohol ( $c=3.3 \cdot 10^{-4}$  g/ml) (2); hexane ( $c=3.15 \cdot 10^{-4}$  g/ml) (3) and acetone extracts ( $c=3.15 \cdot 10^{-4}$  g/ml) (4); ascorbic acid ( $c=1 \cdot 10^{-4}$  g/ml) (5)

Таблица 4

Антиоксидантная активность экстрактов  
Table 4. The antioxidant activity of the extracts

Вид экстракта/ добавки	АОА, %	
	при $\tau = 200$ с	при $\tau = 400$ с
ЭГ	48,4	62,7
ЭА	66,9	65,9
ЭС	58,9	56,9
Аскорбиновая кислота	65,5	74,8

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в работе получены густые экстракты листьев красной смородины с использованием органических растворителей различной полярности и изучен их качественный и количественный состав. В экстрактах присутствуют флавоноиды, каротиноиды, хлорофиллы и их производные. На примере модельной реакции окисления адреналина выявлено, что выраженные антиоксидантные свойства проявляет ацетоновый экстракт, содержащий наибольшее количество биологически активных веществ по сравнению с другими экстрактами.

## ЛИТЕРАТУРА

## REFERENCES

- Балакирев Г.В.** Полная энциклопедия. Лекарственные растения в народной медицине. М.: Издательский дом «АНС». 2006. 960 с.
- Голяева О.Д.** Состояние сортимента смородины красной и перспективы его улучшения. *Достижения науки и техники АПК*. 2010. Т. 24. № 4. С. 13-15.
- Голяева О.Д.** Инновационные приемы в селекции и совершенствовании сортимента плодовых и ягодных культур. Селекция и сорторазведение садовых культур: Сб. науч. работ. 2014. Т. 1. № 1. С. 212-223.
- Жбанова Е.В.** Сортовое разнообразие черной и красной смородины по биохимическому составу плодов. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2009. Т. 21. № 1. С. 103-110.
- Сабарайкина С.М., Брындза Я.** Биохимическая оценка и антиоксидантная активность ягод красной смородины Якутии. *Международ. журн. прикладных и фундамент. исследований*. 2014. № 4. С. 202-203.
- Чернобровина А.Г.** Применение пищевкусовой добавки из красной смородины в кондитерской промышленности. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2007. № 5. С. 73-74.
- Макаркина М.А.** Красная смородина – ценный источник Р-активных веществ. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2009. Т. 21. № 1. С. 203-211.
- Панфилова О.В., Голяева О.Д.** Особенности пигментного аппарата и анатомической структуры листьев смородины красной (*Ribes rubrum* L.), обусловленные засухоустойчивостью. *Сортовивчення та сортознавство*. 2012. Т. 16. № 2. С. 23-25.
- Москва В.В.** Растворители в органической химии. *Сороковский образоват. журн.* 1999. Т. 5. № 4. С. 44-50.
- Федосеева Г.М., Мирович В.М., Головных Н.Н.** Товароведческий анализ лекарственного растительного сырья. Иркутск: ИГМУ. 2008. 87 с.
- Перминова И.В.** Элементный анализ гуминовых веществ. Обработка и интерпретация [Электронный ресурс] URL: <http://www.mgumus.chem.msu.ru/ru/researches/seminars/lectures/perminova-lecture05.pdf> (дата обращения 08.09.2015)
- Сухинина Т.В., Шестакова Т.С.** Влияние экстрагентов на состав БАВ, спектральные характеристики и антимикробная активность извлечений из травы очанки коротковолосистой. *Хим.-фарм. журн.* 2010. Т. 44. № 12. С. 35-40.
- Дейнеко И.П., Фаустова Н.М.** Элементный и групповой химический состав коры и древесины осины. *Химия раст. сырья*. 2015. № 1. С. 51-62. DOI: 10.14258/jcprm.201501461.
- Антонов В.И., Ягодин В.И.** Спектральные характеристики препаратов хлорофилла из еловой древесной зелени. *Химия раст. сырья*. 2006. № 2. С. 47-49.
- Ching-Yun Hsu, Pi-Yu Chao, Shene-Pin Hu, Chi-Ming Yang** The Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Chlorophylls and Pheophytins. *Food and Nutrition Sciences*. 2013. V. 4. N 8. P. 1-8.
- Намсараев З.Б.** Использование коэффициентов поглощения для расчета концентрации хлорофиллов и бактериохлорофиллов. *Микробиология*. 2009. Т. 78. № 6. С. 836-839.
- Корулькин Д.Ю.** Природные флавоноиды. Новосибирск: Академ. изд-во «Гео». 2007. 232 с.
- Озимина И.И., Фролова О.О.** Целенаправленный поиск биологически активных веществ в растениях. *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 1. С. 382-391.
- Balakirev G.V.** Complete Encyclopedia. Medicinal plants in folk medicine. M.: Publish. House «ANS». 2006. 960 p. (in Russian).
- Golyaeva O.D.** Status of assortment of red currant and the prospects for its improvement. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2010. V. 24. N 4. P. 13-15 (in Russian).
- Golyaeva O.D.** Innovative techniques in selection and improvement of assortment of fruit and berry crops. Selection of cultural crops: Coll. Scientific Works. 2014. V. 1. N 1. P. 212-223 (in Russian).
- Zhbanova E.V.** Varietal diversity of black and red currants on the biochemical composition of fruits. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2009. V. 21. N 1. P. 103-110 (in Russian).
- Sabaraykina S.M. Bryndza Ya.** Biochemical assessment and antioxidant activity of red currant berries of Yakutia. *Mezh. Zhurn.Prikl. i Fudament. Issled.* 2014. N 4. P. 202-203 (in Russian).
- Chernobrovina A.G.** The use of flavoring additives of red currant in the confectionery industry. *Khranenie i pererabotka sel'khozcyr'ya*. 2007. N 5. P. 73-74 (in Russian).
- Makarkina M.A.** Red currant – a valuable source of P-active substances. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2009. V. 21. N 1. P. 203-211 (in Russian).
- Panfilova O.V., Golyaeva O.D.** Features of the pigment system and the anatomical structure of leaves of red currants (*Ribes rubrum* L.), caused by drought. *Sortovivcheniya and sortoznavstvo*. 2012. V. 16. N 2. P. 23-25 (in Russian).
- Moskva M.M.** The solvents in organic chemistry. *Sorovs's Obraz. Zhurn.* 1999. V. 5. N 4. P. 44-50 (in Russian).
- Fedoseyeva G.M., Mirovich V.M., Golovnykh N.N.** Merchandising analysis of medicinal plants. Irkutsk: IGMU. 2008. 87 p. (in Russian).
- Perminova I.V.** Elemental analysis of humic substances. Processing and interpretation [Electronic resource] URL: <http://www.mgumus.chem.msu.ru/ru/researches/seminars/lectures/perminova-lecture05.pdf> (reference date 09/08/2015) (in Russian).
- Sukhinina T.V., Shestakova T.S.** Effect of extragent on the composition of biologically active substances, spectral characteristics and antimicrobial activity of extracts from herbs eyebright short hairs. *Khim-farm Zhurn.* 2010. V. 44. N 12. P. 35-40 (in Russian).
- Deineko I.P., Faustova N.M.** The elemental and chemical group composition of bark and wood of aspen. *Khim. Rast. Syr'ya*. 2015. N 1. P. 51-62 DOI: 10.14258/jcprm.201501461 (in Russian).
- Antonov V.I., Yagodin V.I.** Spectral characteristics of chlorophyll products from spruce wood greens. *Khim. Rast. Syr'ya*. 2006. N 2. P. 47-49 (in Russian).
- Ching-Yun Hsu, Pi-Yu Chao, Shene-Pin Hu, Chi-Ming Yang.** The Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Chlorophylls and Pheophytins. *Food and Nutrition Sciences*. 2013. V. 4. N 8. P. 1-8.
- Namsaraev Z.B.** Use absorption coefficients for calculating the concentration of chlorophyll and bacteriochlorophylls. *Mikrobiologiya*. 2009. V. 78. N 6. P. 836-839 (in Russian).
- Korulkin D.Y.** Natural flavonoids. Novosibirsk: Academ. Publish. House «Geo». 2007. 232 p. (in Russian).
- Ozimina I.I., Frolova O.O.** Purposeful search of biologically active substances in plants. *Sovrem. Probl. Nauki i Obrazovaniya*. 2013. N 1. P. 382-391 (in Russian).
- Trifonov S.V.** Determination of the main pigments of the photosynthetic apparatus in leaves of higher plants: method.

19. **Трифонов С.В.** Определение содержания основных пигментов фотосинтетического аппарата в листьях высших растений: метод. указания к лабораторной работе. Красноярск. Сибирский федеральный ин-т. 2011. 15 с.
20. **Латыпова Г.М., Романова З.Р., Бубенчикова В.Н., Аюпова Г.В.** Исследование качественного и количественного состава флавоноидных соединений густого экстракта первоцвета лекарственного. *Химия раст. сырья*. 2009. № 4. С. 113-116.
21. **Белый В.А., Кочева Л.С., Карманов А.П., Боголицын К.Г.** Кислотно-основные свойства лигнинов лекарственных растений родиолы розовой *Rhodiola Rosea* и серпухи венценосной *Serratula Coronata*. *Химия раст. сырья*. 2009. № 4. С. 21-26.
22. **Сирота Т.В.** Новый подход в исследовании реакции автоокисления адреналина: возможность полярографического определения активности супероксиддисмутазы и антиоксидантных свойств различных препаратов. *Биомедиц. химия*. 2012. Т. 58. № 1. С. 77-87.
23. **Кантан А.Д., Яргунова Ю.В., Петрова С.Н.** Антиоксидантная активность густых экстрактов листьев черной и красной смородины. Сб. статей Междунар. научн.-практ. конф. «Наука XXI века: теория, практика и перспективы» (08 июня 2015 г.). Уфа: ООО «ОМЕГА САЙНС». 2015. С. 10-12.
- Instructions for laboratory work. Krasnoyarsk: Siberian Federal Institute. 2011. 15 p. (in Russian).
20. **Latypova G.M., Romanova Z.R., Bubenchikova V.N., Ayupova G.V.** The study of qualitative and quantitative composition of the flavonoid compounds thick primrose extract medicinal. *Khim. Rast. Syr'ya*. 2009. N 4. P. 113-116 (in Russian).
21. **Belyiy V.A., Kocheva L.S., Karmanov A.P., Bogolitsyn K.G.** Acid-base properties of lignins herbs *Rhodiola rosea* and *Rhodiola Rosea Serpukhov crowned Serratula Coronata*. *Khim. Rast. Syr'ya*. 2009. N 4. P. 21-26 (in Russian).
22. **Sirota T.V.** New approach in the study of adrenaline auto-oxidation reaction: the ability to determine the polarographic activity of superoxide dismutase and antioxidant properties of various drugs. *Biomed. Khim.* 2012. V. 58. N 1. P. 77-87 (in Russian).
23. **Kantan A.D., Yargunova Yu.V., Petrova S.N.** Antioxidant activity of thick extracts of black and red currants leaves. Collection of articles of Internat. scientific-practical conf. «Science of the XXI century: theory, practice and perspectives» (08 Jun 2015). Ufa: ООО «OMEGA SCIENCE». 2015. P. 10-12 (in Russian).

Поступила в редакцию 22.12.2016  
Принята к опубликованию 27.04.2017

Received 22.12.2016  
Accepted 27.04.2017