

УДК 581.192:582.929

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РОДА *AGASTACHE CLAYTON EX GRON.* (*LAMIACEAE* L.), КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

© М.А. Мяделец^{1*}, Т.А. Кукушкина¹, Т.А. Воробьева², Т.М. Шалдаева¹

¹ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск, 630090 (Россия), e-mail: MarinaMyadelets@yandex.ru

² Ботанический сад УрО РАН, ул. 8 Марта, 202а, Екатеринбург, 620144 (Россия)

Изучены содержание биологически активных веществ и антиоксидантная активность *Agastache rugosa*, *A. pringlei*, *A. foeniculum*, *A. urticifolia*, *A. mexicana*, культивируемых в условиях Среднего Урала. Значительную часть биологически активных веществ составляют сапонины (до 20,75%), дубильные вещества (до 17,45%) и каротиноиды (до 330 мг%). Суммарное содержание антиоксидантов фенольной природы в исследуемых видах составляет до 1,75 мг/г в листьях (*A. rugosa*), 1,11 мг/г – в соцветиях (*A. rugosa*), 0,97 мг/г – в стеблях (*A. foeniculum*).

Ключевые слова: *Agastache rugosa*, *A. pringlei*, *A. foeniculum*, *A. urticifolia*, *A. mexicana*, биологически активные вещества, антиоксидантная активность.

Работа выполнена при поддержке Интеграционных проектов СО РАН № 20 и Уральского отделения РАН № 12-С-4-1028.

Введение

Род *Agastache* Clayton ex Gron. – многоколосник (сем. *Lamiaceae*), включает 21 вид. Распространен в Северной Америке и Юго-Восточной Азии. На территории России встречается только *A. rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Kuntze, произрастающий на Дальнем Востоке [1]. На экспериментальных участках Ботанического сада (г. Екатеринбург) произрастает пять видов *Agastache*: *A. rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Kuntze – многоколосник морщинистый, *A. foeniculum* (Pursch) O. Kuntze – м. фенхельный, *A. urticifolia* (Benth.) O. Kuntze – м. крапиволистный, *A. mexicana* (Humboldt, Bonpland et Kunth) Lint et Epling – м. мексиканский и *A. pringlei* (Briq.) Lint et Epling – м. острый [2]. Для возделывания на территории России рекомендованы и другие виды многоколосников [3, 4]. *A. foeniculum*, *A. rugosa*, *A. urticifolia* возделываются как моно- и поликарпические малолетники, а *A. mexicana*, *A. pringlei* – как двулетние монокарпики. Растения этих видов проходят полный цикл развития, дают зрелые семена, возобновляются самосевом, зимуют без укрытия.

Виды рода *Agastache* известны как ценные эфиромасличные, лекарственные и пряноароматические растения [5–7]. Особенно хорошо изучен *A. rugosa*: исследован состав терпеноидов, стероидов, фенолов, фенилпропаноидов, фенолкарбоновых кислот, флавоноидов и установлены некоторые виды биологической активности (седативная, противосудорожная, иммуномодулирующая, антиоксидантная, антивирусная, антифунгальная, антибактериальная) [8]. Обнаружены данные о содержании

Мяделец Марина Александровна – научный сотрудник лаборатории фитохимии, кандидат биологических наук, e-mail: MarinaMyadelets@yandex.ru

Кукушкина Татьяна Абдулхаиловна – старший научный сотрудник лаборатории фитохимии, e-mail: kukushkina-phyto@yandex.ru

Воробьева Татьяна Андреевна – ведущий инженер лаборатории интродукции травянистых растений, e-mail: aroma.botsad@mail.ru

Шалдаева Татьяна Михайловна – научный сотрудник лаборатории фитохимии, кандидат биологических наук, e-mail: tshaldaeva@yandex.ru

* Автор, с которым следует вести переписку.

и компонентном составе фенольных соединений *A. foeniculum* (*Lophanthus anisatus* Benth. – лофант анисовый, *Anise hyssop* L. – анисовый иссоп) [9], который применяется в восточной медицине при острых респираторных заболеваниях, функциональных расстройствах желудочно-кишечного тракта и воспалительных заболеваниях мочевыделительной системы [10]. Особый интерес исследователей привлекают многоколосники как эфиромасличные растения. Изучены содержание и компонентный состав эфирных масел *Agastache rugosa*, *A. foeniculum*, *A. urticifolia*, *A. mexicana* где доминирующим компонентом является метилхавикол. Однако в зависимости от места произрастания соотношение основных компонентов различно [11, 12].

В настоящее время большинство работ по изучению биологически активных соединений сопровождается исследованиями антиоксидантной активности. В условиях современного мира при возрастающем влиянии разнообразных неблагоприятных факторов внешней среды подобные исследования приобретают все большую актуальность.

Цель данной работы – исследование содержания биологически активных веществ и антиоксидантной активности растений видов рода *Agastache*, культивируемых в условиях Среднего Урала.

Экспериментальная часть

Материалом для исследований послужило сырье (надземная часть) видов рода *Agastache*, культивируемых на интродукционном участке Ботанического сада Уральского отделения РАН. Растения были выращены из семян, полученных из разных ботанических садов Европы, а также репродуцированных в последние годы в условиях Среднего Урала (Ботанический сад УрО РАН).

В полученных экстрактах определяли содержание фенольных соединений (флавонолов, флаванов (катехины), танинов), полисахаридов (пектины, протопектины), тетратерпенов (каротиноиды), терпеноидов (сапонины). Все показатели были рассчитаны на абсолютно-сухую массу сырья.

Количественный анализ проводили с использованием следующих методик:

Флавонолы определяли спектрофотометрическим методом [13]. Количество флавонолов в пробе рассчитывали по калибровочному графику, построенному по рутину. Катехины определяли спектрофотометрическим методом [14]. Содержание катехинов в пробе рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по катехину. Содержание дубильных веществ определяли спектрофотометрическим методом с применением раствора аммония молибденовокислого [16]. Полисахариды (протопектины, пектины) определяли карбазольным методом [17]. Количество сапонинов (сырой сапонин) определяли весовым методом [15]. Содержание каротиноидов определяли спектрофотометрически [18].

Антиоксидантную активность оценивали с использованием амперометрического метода [19]. Измерения проводили на приборе «Цвет Яуза–01-АА». Сущность метода заключается в измерении электрического тока, возникающего при окислении гидроксильных групп антиоксидантов фенольной природы на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале. Предварительно строили график зависимости сигнала образца сравнения (галловой кислоты) от его концентрации. Суммарное содержание антиоксидантов (ССА, мг/г) определяли в водно-спиртовых экстрактах, для получения которых 1,0 г сырья заливали 50 мл этанола (70%) и встряхивали в течение 1 ч на перемешивающем устройстве. За результат принимали среднее из данных трех параллельных определений по каждому показателю.

Обсуждение результатов

Количественный анализ биологически активных веществ показал, что по содержанию изучаемых групп соединений (флавонолов, катехинов, дубильных веществ, пектинов, протопектинов, каротиноидов, сапонинов) исследуемые виды рода *Agastache* практически идентичны (табл.). Из всех видов заметное отличие прослеживается в содержании каротиноидов и дубильных веществ *A. pringlei*. Количество биологически активных веществ в различных частях растений неодинаково, как правило, в листьях действующих веществ больше чем в стеблях.

Поскольку содержание флавоноидов в растительном сырье является важнейшим показателем его биологической ценности, нами определено содержание суммы флавонолов и катехинов. Флавонолы широко распространены в растениях и являются соединениями с выраженными электрорнодонорными свойствами [20]. Наибольшее количество флавонолов в исследуемых видах содержится в соцветиях (3,01–5,73%), меньше в листьях (1,91–4,64%) и стеблях (0,29–0,84%). Наиболее богаты флавонолами *A. mexicana* и *A. urticifolia*.

Биологически активные вещества видов рода *Agastache*, %

Вид растения	Орган	Влажность, %	Каротиноиды, мг%	Катехины	Пектины	Протопектины	Сапонины	Флавонолы	Дубильные вещества	ССА, мг/г
<i>A. rugosa</i>	листья	13,68	300,78	0,09	0,46	3,86	12,28	1,91	14,65	1,75
	соцветия	13,71	24,05	0,06	1,08	6,51	10,34	3,01	10,82	1,11
	стебли	11,09	31,12	0,02	—*	4,15	6,19	0,58	2,29	0,79
<i>A. pringlei</i>	листья	15,13	194,58	0,17	0,84	5,14	12,88	1,94	8,30	1,04
	соцветия	13,89	27,29	0,15	0,93	5,69	4,52	4,70	9,70	0,71
	стебли	12,60	23,93	0,02	0,76	4,37	3,17	0,29	1,93	0,51
<i>A. foeniculum</i>	листья	11,78	330,23	0,10	0,74	4,13	12,80	2,89	15,03	1,74
	соцветия	11,63	25,82	0,10	1,28	5,19	12,15	4,54	11,14	1,02
	стебли	10,43	15,28	0,02	—	3,54	5,88	0,60	2,23	0,97
<i>A. mexicana</i>	листья	12,71	323,95	0,12	0,95	4,49	17,62	4,64	17,45	1,10
	соцветия	13,76	28,59	0,12	1,72	5,77	18,35	5,11	11,39	0,94
	стебли	10,36	12,17	0,02	0,80	5,33	5,83	0,76	2,38	0,50
<i>A. urticifolia</i>	листья	11,79	313,12	0,13	0,78	4,10	17,26	3,25	15,28	1,39
	соцветия	12,15	33,20	0,15	1,23	4,22	20,75	5,73	5,73	0,91
	стебли	10,22	15,38	0,03	0,71	3,54	9,48	0,84	2,62	0,69

Примечание: * – означает, что данная группа биологически активных веществ не обнаружена

Катехины (производные 2-фенил-3-гидрокси-хроманов) – наиболее восстановленная группа флавоноидных соединений, в исследуемых образцах содержится в незначительном количестве (0,02–0,17%). Максимальным и примерно одинаковым содержанием характеризуются листья и соцветия.

Исследуемые виды рода *Agastache* отличаются высоким содержанием дубильных веществ. Наибольшее содержание отмечается у *A. mexicana* (до 17,45%), наименьшее – у *A. pringlei* (до 9,70%). По количественному содержанию листья превосходят соцветия на 3,83–9,55%, исключение составляет *A. pringlei*, где в соцветиях на 1,4% дубильных веществ больше чем в листьях.

Листья *A. rugosa*, *A. foeniculum*, *A. urticifolia*, *A. mexicana* отличаются максимальным накоплением каротиноидов (300–330 мг%). По данным Г.Н. Чупахинной и др. [21], в листьях *A. foeniculum*, выращенного на территории Калининградской области, содержится $1,21 \pm 0,1$ мг/г каротиноидов.

Большинство растительных сапонинов относятся к тритерпеновым гликозидам β-амиринового ряда. Из исследуемых видов растений наибольшее количество тритерпеновых сапонинов обнаружено в соцветиях *A. urticifolia* (20,75%) и *A. mexicana* (18,35%). В целом сапонины составляют значительную часть биологически активных веществ многоколосников. Если сравнивать с фармакопейным видом – *Araliae mandshuricae* et Maxim. (аралия маньчжурская), где тритерпеновые сапонины являются основными действующими веществами и составляют 9,15% в корневищах [22], в исследуемых видах рода *Agastache* данная группа веществ представлена в большем количестве (в листьях 12,28–17,62%, соцветиях – 4,52–20,75%). Следовательно, анализируемые виды растений могут быть рекомендованы для дальнейшего исследования в качестве перспективных источников тритерпеновых сапонинов.

Пектиновые вещества включают нерастворимый протопектин, растворимые пектиновые полисахариды и сопутствующие им галактаны, арабинаны и арабиногалактаны [23]. Уникальным свойством пектинов является полипотентность их структуры в отношении действия на иммунную систему. Пектиновая макромолекула содержит фрагменты, способные снижать или увеличивать иммуномодулирующее действие. [24]. Максимальное количество протопектинов (до 6,15%) и пектинов (до 1,72%) было обнаружено в соцветиях. Обращает на себя внимание отсутствие растворимых пектинов в стеблях *A. rugosa* и *A. foeniculum*, возможно, это объясняется низкой концентрацией данных веществ, находящейся ниже предела обнаружения используемого метода.

После определения содержания биологически активных веществ нами была проанализирована антиоксидантная активность исследуемых видов рода *Agastache*. Значительная часть антиоксидантов представлена в растениях многочисленными соединениями фенольной и полифенольной природы [25]. Многие из фенольных соединений являются антиоксидантами, так как связывают тяжелые металлы в устойчивые

комплексы, тем самым лишая последние каталитического действия и, кроме того, они служат акцепторами образующихся при аутоокислении свободных радикалов [26]. Если рассматривать ССА по органам исследуемых растений, то максимальное содержание антиоксидантов фенольной природы наблюдается в листьях (1,04–1,75 мг/г), меньше их содержится в соцветиях (0,91–1,11 мг/г) и стеблях (0,50–0,97 мг/г). На основании теоретических данных [27] можно предположить, что наибольший вклад в ССА вносят дубильные вещества, в значительном количестве содержащиеся в листьях и соцветиях. Данное предположение подтверждается положительной корреляционной зависимостью ($r = 0,77$) между ССА и содержанием дубильных веществ. Также высокая степень связи ($r = 0,80$) прослеживается с содержанием каротиноидов. Учитывая, что оценка антиоксидантной активности основывалась на измерении электрического тока, возникающего при окислении гидроксильных групп, можно предположить, что среди каротиноидов преобладают ксантофиллы, характеризующиеся наличием кислородсодержащих функциональных групп. Степень зависимости ССА с остальными группами биологически активных веществ оказалась либо низкой (сапонины ($r = 0,48$), катехины ($r = 0,37$), флавонолы ($r = 0,22$)), либо отрицательной (протопектины ($r = -0,22$), пектины ($r = -0,25$)). Следует учесть также, что в суммарную антиоксидантную активность этанольных извлечений вносят свой вклад компоненты эфирных масел, такие как метилэвгенол и метилхавикол [12].

Результаты проведенных исследований показывают, что по содержанию основных групп биологически активных веществ виды *A. rugosa*, *A. foeniculum*, *A. mexicana*, *A. urticifolia* и *A. pringlei* практически одинаковы. Значительную часть составляют сапонины (до 20,75%), дубильные вещества (до 17,45%) и каротиноиды (до 330 мг%). Наибольшее количество каротиноидов, сапонинов и дубильных веществ содержится в листьях, флавонолов, протопектинов, пектинов – в соцветиях. Катехины представлены в основном в равных соотношениях в листьях и соцветиях. Следовательно, в качестве лекарственного сырья следует использовать всю надземную часть растений, собранных в период цветения. Суммарное содержание антиоксидантов фенольной природы в исследуемых видах составляет от 0,50 (стебли *A. mexicana*) до 1,75 мг/г (листья *A. rugosa*). Прослеживается положительная корреляционная зависимость между ССА и содержанием дубильных веществ ($r = 0,77$) и каротиноидов ($r = 0,80$).

Список литературы

1. Ворошилов В.Н. Определитель растений Советского Дальнего Востока. М., 1982. 672 с.
2. Буданцев А.Л. Триба *Netpetae* Benth. семейства *Lamiaceae* Lindl. (систематика, география, возможность использования): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 22 с.
3. Васфилова Е.С., Воробьева Т.А. Особенности интродукции в условиях Среднего Урала некоторых видов лекарственных и пряно-ароматических растений североамериканского происхождения // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале. Екатеринбург, 2008. С. 16–33.
4. Дмитриева В.Л., Дмитриев Л.Б. Изучение состава эфирных масел эфиромасличных растений Нечерноземной зоны России // Известия ТСХА. 2011. Вып. 3. С. 106–119.
5. Вульф Е.В., Малеева О.Ф. Мировые ресурсы полезных растений: справочник. Л., 1969. 566 с.
6. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование: Семейства *Hippuridaceae* – *Lobeliaceae*. СПб., 1991. 197 с.
7. Дикорастущие полезные растения России / отв. ред. А.Л. Буданцев, Е.Е. Лесиовская. СПб., 2001. 663 с.
8. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность: Семейства *Caprifoliaceae* – *Lobeliaceae*. Т. 4. М., 2011. 630 с.
9. Чумакова В.В., Попова О.И. Лофант анисовый (*Agastache foeniculum* L.) – перспективный источник получения лекарственных средств // Фармация и фармакология. 2013. №1. С. 41–46.
10. Matei C.F. et. al. The importance an usage of the *Agastache foeniculum* species (Pursh) Kuntze. // Hop and Medicinal Plants. 2010. Vol. 18. N1-2. Pp. 49–52.
11. Charles D.J., Simon J.E., Widrechner M.P. Characterization of the essential oil of *Agastache* species // Agricultural and Food Chemistry. 1991. N39 (11). Pp. 1946–1949.
12. Мяделец М.А., Воробьева Т.А., Домрачев Д.В. Состав эфирных масел некоторых видов рода *Agastache* Clayton ex Gron. (*Lamiaceae*), культивируемых в условиях Среднего Урала // Химия в интересах устойчивого развития. 2013. №4. С. 419–423.
13. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. №1. С. 66–72.
14. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: Материалы VII Междунар. съезда. СПб., 2003. С. 64–69.
15. Киселева А.В., Волхонская Т.А., Киселев В.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск, 1991. 136 с.

16. Федосеева Л.М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных вегетативных органов бадана толстолистого (*Bergenia crassifolia* (L.) fitch.), произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. 2005. №2. С. 45–50.
17. Ермаков А.И., др. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987. 430 с.
18. Полевой В.В., Максимова Г.Б. Методы биохимического анализа растений. Л., 1978. 192 с.
19. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. М., 2009. 212 с.
20. Chen Z.Y. Antioxidant activity of natural flavonoids is governed by number and location of their aromatic hydroxyl groups // Chem. Phys. Lipids. 1996. Vol. 79. №2. Pp. 157–163.
21. Чулахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н., Мальцева Е.Ю., Полтавская Р.Л. Оценка антиоксидантного статуса лекарственных растений из коллекции ботанического сада БФУ им. И. Канта (Калининград) // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. Вып. 7. С. 17–23.
22. Писарев Д.И., Мартынова Н.А., Нетребенко Н.Н., Новиков О.О., Сорокопудов В.Н. Сапонины и их определение в корневищах аралии маньчжурской в условиях Белгородской области // Химия растительного сырья. 2009. №4. С. 197–198.
23. Оводов Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах // Биоорганическая химия, 2009. Т. 35. №3. С. 293–310.
24. Оводова Р.Г., Головченко В.В., Попов С.В., Оводова Ю.С. Новейшие сведения о пектиновых полисахаридах // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2010. №3. С. 25–30.
25. Rise-Evans C.A., Miller N.J., Paganda G. Antioxidant properties of fenolic compounds // Trends in Plant Sci. 1997. Vol. 2. №4. Pp. 152–159.
26. Кретович В.Л. Биохимия растений. М., 1980. 445 с.
27. Рябина Е.И., Зотова Е.Е., Пономарева Н.И., Васильева А.П. Сравнительная оценка антиоксидантных свойств водных экстрактов танидосодержащих лекарственных растений // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: химия, биология, фармация. 2011. №1. С. 52–56.

Поступило в редакцию 28 ноября 2013 г.

После переработки 24 января 2014 г.

Myadelets M.A.^{1*}, *Kukushkina T.A.*¹, *Vorobjeva T.A.*², *Shaldaeva T.M.*¹ BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PLANTS OF THE GENUS *AGASTACHE* CLAYTON EX GRON. (LAMIACEAE), CULTIVATED IN CONDITIONS OF MIDDLE URALS

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, ul. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk 630090 (Russia),
e-mail: MarinaMyadelets@yandex.ru

²Botanic Garden Ural Branch RAS, ul. 8-marta, 202, Ekaterinburg, 620144 (Russia)

Studied the content of biologically active substances and antioxidant activity of *Agastache rugosa*, *A. scrophulariifolia*, *A. foeniculum*, *A. urticifolia*, *A. mexicana*, cultivated in Middle Urals. A significant part of the biologically active substances are saponins (up 20,75%), tannins (up 17,45%) and carotenoids (up to 330 mg%). The total content of phenolic antioxidants in nature studied species is to 1,75 mg/g in the leaves (*A. rugosa*), 1,11 mg/g - in the inflorescences (*A. rugosa*), 0,97 mg/g - in the stems (*A. foeniculum*).

Keywords: *Agastache rugosa*, *A. scrophulariifolia*, *A. foeniculum*, *A. urticifolia*, *A. mexicana*, biologically active substances, antioxidant activity.

* Corresponding author.

References

1. Voroshilov V.N. *Opređelitel' rastenij Sovetskogo Dal'nego Vostoka*. [The plants of the Soviet Far East]. Moscow, 1982, 672 p. (in Russ.).
2. Budancev A.L. *Triba Nepetae Benth. semejstva Lamiaceae Lindl. (sistematika, geografija, vozmožnost' ispol'zovanija): avtoref. diss. doktora biol. nauk*. [Tribe Nepetae Benth. family Lamiaceae Lindl. (taxonomy, geography, usability): Dr.Sci.Biol. diss.]. Saint Petersburg, 1993, 22 p. (in Russ.).
3. Vasilova E.S., Vorob'jova T.A. *Itogi introdukcii i selekcii travjanistyh rastenij na Urale*. [Results of the introduction and selection of herbaceous plants in the Urals]. Ekaterinburg, 2008, pp. 16–33. (in Russ.).
4. Dmitrieva V.L., Dmitriev L.B. *Izvestija TSHA*, 2011, no. 3, pp. 106–119. (in Russ.).
5. Vulf E.V., Maleeva O.F. *Spravochnik. Mirovye resursy poleznyh rastenij*. [Directory. World resources of useful plants]. Leningrad, 1969, 566 p. (in Russ.).
6. *Rastitel'nye resursy SSSR. Cvetkovye rastenija, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie: Semejstva Hippuridaceae – Lobeliaceae*. [Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, the use of: Families Hippuridaceae - Lobeliaceae]. Saint Petersburg, 1991, 197 p. (in Russ.).
7. *Dikorastushhie poleznye rastenija Rossii*. [Wild Useful Plants of Russia]. Ed. A.L. Budancev, E.E. Lesiovskaja. Saint Petersburg, 2001, 663 p. (in Russ.).
8. *Rastitel'nye resursy Rossii. Dikorastushhie cvetkovye rastenija, ih komponentnyj sostav i biologičeskaja aktivnost': Semejstva Caprifoliaceae – Lobeliaceae*. [Plant Resources of Russia. Wild flowering plants, their composition and biological activity: Family Caprifoliaceae – Lobeliaceae]. Vol. 4, Moscow, 2011, 630 p. (in Russ.).
9. Chumakova V.V., Popova O.I. *Farmacija i farmakologija*, 2013, no. 1, pp. 41–46. (in Russ.).
10. Matei C.F. et. al. *Hop and Medicinal Plants*, 2010, vol. 18, no. 1-2, pp. 49–52.
11. Charles D.J., Simon J.E., Widrechner M.P. *Agricultural and Food Chemistry*, 1991, no. 39 (11), pp. 1946–1949.
12. Mjadelec M.A., Vorob'eva T.A., Domrachev D.V. *Himija v interesah ustojčivogo razvitija*, 2013, no. 4, pp. 419–423. (in Russ.).
13. Belikov V.V., Shrajber M.S. *Farmacija*, 1970, no. 1, pp. 66–72. (in Russ.).
14. Kukushkina T.A., Zykov A.A., Obuhova L.A. *Aktual'nye problemy sozdaniya novyh lekarstvennyh preparatov prirodnoho proiz-hozhdenija: Materialy VII Meždunarodnogo s#ezda*. [Actual problems of creating new drugs of natural origin: Proceedings of the VII International Congress]. Saint Petersburg, 2003, pp. 64–69. (in Russ.).
15. Kiseleva A.V., Volhonskaja T.A., Kiselev V.E. *Biologičeski aktivnye veshhestva lekarstvennyh rastenij Juzhnoj Sibiri*. [Biologically active substances of medicinal plants in Southern Siberia]. Novosibirsk, 1991, 136 p. (in Russ.).
16. Fedoseeva L.M. *Himija rastitel'nogo syr'ja*, 2005, no. 2, pp. 45–50. (in Russ.).
17. Ermakov A.I., dr. *Metody biohimicheskogo issledovanija rastenij*. [Methods of Biochemical Plant Research]. Leningrad, 1987, 430 p. (in Russ.).
18. Polevoj V.V., Maksimova G.B. *Metody biohimicheskogo analiza rastenij*. [Methods of biochemical analysis of plants]. Leningrad, 1978, 192 p. (in Russ.).
19. Jashin Ja.I., Ryzhnev V.Ju., Jashin A.Ja., Chernousova N.I. *Prirodnye antioksidanty. Soderžanie v pishhevyyh produktah i ih vlijanie na zdorov'e i starenie čeloveka*. [Natural antioxidants. Contents in foods and their impact on human health and aging]. Moscow, 2009, 212 p. (in Russ.).
20. Chen Z.Y. *Chem. Phys. Lipids*. 1996, vol. 79, no. 2, pp. 157–163.
21. Chupahina G.N., Maslennikov P.V., Skrypnik L.N., Mal'ceva E.Ju., Poltavskaja R.L. *Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta*. 2012, no. 7, pp. 17–23. (in Russ.).
22. Pisarev D.I., Martynova N.A., Netrebenko N.N., Novikov O.O., Sorokopudov V.N. *Himija rastitel'nogo syr'ja*, 2009, no. 4, pp. 197–198. (in Russ.).
23. Ovodov Ju.S. *Bioorganičeskaja himija*, 2009, vol. 35, no. 3, pp. 293–310. (in Russ.).
24. Ovodova R.G., Golovchenko V.V., Popov S.V., Ovodova Ju.S. *Izvestija Komi NC UrO RAN*. 2010, no. 3, pp. 25–30. (in Russ.).
25. Rise-Evans C.A., Miller N.J., Paganda G. *Trends in Plant Sci*. 1997, vol. 2, no. 4, pp. 152–159.
26. Kretovich V.L. *Biohimija rastenij*. [Biochemistry of plants]. Moscow, 1980, 445 p. (in Russ.).
27. Rjabinina E.I., Zotova E.E., Ponomareva N.I., Vasil'eva A.P. *Vesnik Voronežskogo gosudarst-vennogo universiteta, serija: himija, biologija, farmacija*. 2011, no. 1, pp. 52–56. (in Russ.).

Received November 28, 2013

Revised January 24, 2014