

УДК 615.322:582.711.711 (571.6)

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РОДА *SPIRAEA* L. ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

© В.А. Костикова\*, Т.М. Шалдаева

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

Исследованы биологически активные вещества и антиоксидантная активность экстрактов из листьев и соцветий девяти представителей рода *Spiraea* L., произрастающих на территории Дальнего Востока России. Широко распространенные виды рода *Spiraea* (*S. salicifolia*, *S. media* var. *media*, *S. betulifolia* и *S. ussuriensis* subsp. *ussuriensis*) имеют наиболее высокие показатели содержания биологически активных веществ. В соцветиях спирей, по сравнению с их листьями, содержится больше флавонолов (до 3,9%), оксикоричных кислот (до 1,2%), катехинов (до 5,7%), сапонинов (до 5,1%), а дубильных веществ (до 11,6%) больше в листьях.

Перспективными антиоксидантами среди дальневосточных представителей рода *Spiraea* являются *S. betulifolia* и *S. beauverdiana* (секция *Calospira*), *S. humilis* и *S. salicifolia* (секции *Spiraria*), *S. pubescens* и *S. media* var. *media* (секция *Chamaedryon*). Растения рода *Spiraea*, вероятно, содержат водорастворимые антиоксидантные соединения фенольного типа, так как антиоксидантная активность в листьях и соцветиях спирей водных экстрактов выше (0,16–2,79 мг/г), чем водно-спиртовых (0,06–2,54 мг/г). Антиоксидантная активность листьев спирей в основном выше, чем соцветий. Прослеживается достоверная положительная корреляция антиоксидантной активности водных экстрактов из органов спирей с содержанием оксикоричных кислот.

**Ключевые слова:** *Spiraea*, флавонолы, оксикоричные кислоты, катехины, дубильные вещества, сапонины, антиоксидантная активность.

### Введение

Растения содержат уникальные биологически активные вещества (БАВ) – антиоксиданты, которые используются в профилактике многих заболеваний, таких как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, онкологические заболевания и др. Современные исследования содержания различных биологически активных веществ сопровождаются изучением антиоксидантной активности (АОА) растений и выявлением ее зависимости от химического состава растений [1, 2].

Виды рода *Spiraea* L. (*Rosaceae* Juss.) представляют значительный интерес как растения, используемые в народной медицине и имеющие большой ресурсный потенциал. В спиреях обнаружены фенольные соединения с высокой биологической активностью: флавонолы, флавоны, флаваны, фенолкарбоновые кислоты. В различных органах видов рода *Spiraea* найдены сапонины, эфирное масло, стероидные гликозиды [3–5]. В китайской медицине спиреи применяются как лекарственные растения с анальгетическими, жаропонижающими и противовоспалительными свойствами [6]. В современных исследованиях достаточно хорошо изучена биологическая активность видов рода *Spiraea*, связанная с наличием производных фенолкарбоновых кислот – антимицробная, фитотоксическая [7], а также активность ингибирования  $\alpha$ -глюкозидазы [8]. Обнаружена противоопухолевая активность флаванов [9].

Цель настоящей работы – исследование содержания биологически активных веществ и антиоксидантной активности у дальневосточных представителей рода *Spiraea*.

---

Костикова Вера Андреевна – младший научный сотрудник, кандидат биологических наук, тел. (383) 339-98-14, e-mail: serebryakova-va@yandex.ru  
Шалдаева Татьяна Михайловна – научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: tshaldaeva@yandex.ru

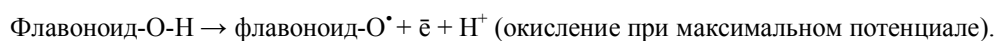
\* Автор, с которым следует вести переписку.

### Экспериментальная часть

Содержание биологически активных соединений и антиоксидантную активность в листьях и соцветиях растений девяти представителей рода *Spiraea* L.: *S. ussuriensis* subsp. *ussuriensis* Pojark., *S. flexuosa* Fisch.ex Cambess., *S. media* var. *media* Franz Schmidt., *S. dahurica* (Rupr.) Maxim., *S. pubescens* Turcz., *S. beauverdiana* Schneid., *S. betulifolia* Pall., *S. salicifolia* L. и *S. humilis* Pojark., – определяли в образцах из природных популяций Дальнего Востока, а также в культивируемых растениях Амурского филиала Ботанического сада – института ДВО РАН (АФ БСИ ДВО РАН), собранных в течение вегетационного периода 2007–2010 гг. (табл.). Все образцы для биохимического исследования были собраны в фазу массового цветения.

Флавонолы определяли хроматоспектрофотометрическим методом при длине волны 410 нм [10]. Количество флавонолов в пробе рассчитывали по калибровочному графику, построенному по рутину. Анализ содержания катехинов проводили спектрофотометрически при длине волны 504 нм по калибровочной кривой, построенной по катехину [11]. Содержание оксикоричных кислот в пересчете на кофейную кислоту устанавливали хроматоспектрофотометрическим методом при длине волны 325 нм [12]. Дубильные вещества определяли титриметрически по методике ГФ XI [13]. Количественное определение сапонинов проводили весовым методом, основанным на образовании хлопьевидного осадка с ацетоном [14]. Биохимические показатели рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. Все фитохимические опыты проведены в двукратной повторности.

Для определения суммарного содержания антиоксидантов фенольного типа использовали оперативный амперометрический метод [15]. Измерения проводили на приборе «Цвет Яуза-01-АА» разработки НПО «Химавтоматика». Сущность данного метода заключается в измерении электрического тока, возникающего при окислении исследуемого вещества (или смеси веществ) на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале. При этом происходит окисление только гидроксильных групп природных антиоксидантов фенольного типа. Схему электрохимического окисления, лежащую в основе определения АОА прибором Цвет-Яуза-01, можно представить следующим образом на примере флавоноидов [16]:



Способность к захвату свободных радикалов флавоноидами или другими полифенолами измеряется величиной окисляемости этих соединений на рабочем электроде амперометрического детектора [16]. Перед измерением строили градуировочную кривую зависимости сигнала образца сравнения (галловой кислоты) от его концентрации. За результат принимали среднее из данных трех параллельных определений по каждому показателю. Для получения водного экстракта 1,0 г сырья заливали 50 мл кипящей бидистиллированной воды и настаивали в течение 30 мин без термостатирования. Для получения водно-спиртового экстракта 1,0 г сырья заливали 50 мл спирта (70%) и встряхивали в течение одного часа на перемешивающем устройстве [15].

Коэффициент корреляции ( $r$ ) между содержанием биологически активных веществ в экстрактах из растений рода *Spiraea* и их антиоксидантной активностью рассчитывали по методу Пирсона. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$  [17].

### Обсуждение результатов

В растениях всех девяти изученных дальневосточных спирей обнаружены фенольные соединения: флавонолы, оксикоричные кислоты, катехины, дубильные вещества, а также сапонины (табл.). Распределение основных групп биологически активных веществ в листьях и соцветиях изученных видов различное.

В соцветиях обнаружено более высокое содержание флавонолов, оксикоричных кислот, катехинов и сапонинов по сравнению с листьями. Дубильных веществ, наоборот, больше в листьях, чем в соцветиях. Известно, что вторичные метаболиты растений играют определенную роль в процессах репродукции растений [18]. Можно предположить, что у растений рода спирея именно эти вещества оказывают влияние на оплодотворение и последующее образование плодов.

При изучении состава флавонолов у спирей методом высокоэффективной жидкостной хроматографии нами обнаружено, что у исследованных видов они представлены в основном гликозидами флавонолов – кверцетина и кемпферола [19]. Общее содержание флавонолов в дальневосточных спиреях достигает 3,9% в соцветиях и 2,5% – в листьях (табл.). Оксикоричных кислот в спиреях содержится меньше, чем флавонолов – до 1,2 и 0,9% соответственно.

Содержание вторичных метаболитов (%) и уровень антиоксидантной активности экстрактов из органов наземной части растений рода *Spiraea*

Таксон	Органы растения	Флавонолы	Оксикоричные кислоты	Катехины	Дубильные вещества	Сапонины	АОА, мг/г	
							Водно-этанольные экстракты	Водные экстракты
<i>Секция Chamaedryon</i>								
<i>S. ussuriensis</i> subsp. <i>ussuriensis</i> (Амурская обл., Благовещенский р-н, окр. с. Михайловка)	лист	2,0	0,5	1,1	9,9	3,1	0,37	0,48
	соцветие	2,9	0,8	0,9	2,4	5,1	0,30	0,43
<i>S. flexuosa</i> (Амурская обл., Благовещенский р-н, АФ БСИ ДВО РАН)	лист	1,5	0,3	0,1	4,7	2,7	0,21	0,34
	соцветие	2,3	0,6	0,5	3,0	3,7	0,11	0,17
<i>S. media</i> var. <i>media</i> (Амурская обл., Благовещенский р-н, окр. пос. Мухинка)	лист	2,5	0,1	1,5	8,0	1,3	0,58	0,59
	соцветие	3,9	0,4	5,7	5,9	4,5	0,06	0,16
<i>S. dahurica</i> (Амурская обл., Селемджинский р-н, окр. с. Златоустовка)	лист	0,9	0,2	0,2	4,4	1,4	0,23	0,26
	соцветие	1,2	0,2	0,3	3,1	4,8	0,17	0,55
<i>S. pubescens</i> (Приморский край, Хасанский р-н, заповедник «Кедровая падь»)	лист	1,9	0,4	0,6	5,9	2,3	0,72	0,71
	соцветие	–	–	0,7	3,4	4,1	0,29	0,61
<i>Секция Calospira</i>								
<i>S. betulifolia</i> (Амурская обл., Благовещенский р-н, АФ БСИ ДВО РАН)	лист	1,8	0,9	1,1	8,6	1,5	0,70	0,83
	соцветие	3,8	1,0	1,7	4,5	5,1	0,29	2,79
<i>S. beauverdiana</i> (Камчатская обл., Быстринский р-н, окр. пос. Эссо)	лист	2,3	0,8	0,3	5,5	3,0	2,54	2,11
	соцветие	3,7	1,2	0,5	4,9	0,7	0,80	0,95
<i>Секция Spiraria</i>								
<i>S. salicifolia</i> (Амурская обл., Бурейский р-н, окр. с. Бахерево)	лист	1,8	0,3	2,2	11,6	0,5	0,21	0,82
	соцветие	2,1	0,5	2,9	5,9	5,1	0,22	0,62
<i>S. humilis</i> (Амурская обл., Благовещенский р-н, АФ БСИ ДВО РАН)	лист	2,2	0,4	2,7	9,3	1,8	0,67	0,69
	соцветие	2,5	0,5	3,4	6,4	3,8	0,58	1,61

*Примечание:* « – » – эксперимент не проводился. Содержание флавонолов, оксикоричных кислот, катехинов и дубильных веществ определяли в водно-этанольных экстрактах; дубильных веществ – в водных экстрактах.

Самое высокое содержание катехинов обнаружено в соцветиях *S. media* var. *media* – 5,7%, в листьях их значительно меньше – 1,5%. Достаточно большое содержание катехинов в соцветиях и листьях *S. salicifolia* и *S. humilis* (секция *Spiraria*) – до 3,4%. На проявление фармакологической активности *S. salicifolia* и *S. media* изучены лучше других видов. Им свойственны антибактериальная, антигельминтная, жаропонижающая, противовоспалительная и другие виды активности [3]. Возможно, именно катехины, содержащиеся в большом количестве в этих видах, обуславливают их высокие фармакологические свойства.

Содержание дубильных веществ у большинства видов выше в листьях, чем в соцветиях, и достигает 11,6%. Высоким содержанием дубильных веществ отличаются *S. salicifolia*, *S. ussuriensis* subsp. *ussuriensis* и *S. humilis*.

По литературным данным отмечены следы сапонинов в корнях *S. salicifolia* и облиственных ветвях *S. sericea* [5]. Содержание сапонинов в соцветиях спирей колеблется в пределах 0,7–5,1%, а в листьях – от 0,5–3,1%.

В последнее время выдвигается гипотеза о том, что вторичные метаболиты выполняют экологическую функцию, обеспечивая биохимическую адаптацию растений и являясь важнейшими элементами их взаимодействия с окружающей средой [18]. Накопление вторичных метаболитов, проявляющих биологи-

ческую активность, значимо не только для человека и животных, но и для самого растения. Так, фенольные соединения выполняют в растениях защитную функцию, придают им устойчивость к инфекциям, предохраняют ткани растений от проникновения УФ-радиации [20].

Как видно из проведенных исследований, наиболее высоким содержанием вторичных метаболитов характеризуются виды спирей, широко распространенные на Дальнем Востоке и за его пределами: *S. salicifolia*, *S. media* var. *media*, *S. betulifolia* и *S. ussuriensis* subsp. *ussuriensis*. Скорее всего, изученные вещества играют большую роль в адаптивных реакциях спирей, и чем больше их содержится в растении, тем легче оно адаптируется к окружающей среде, тем оно конкурентоспособнее. Виды, имеющие на Дальнем Востоке ограниченный ареал, содержат меньшее количество вторичных метаболитов.

Антиоксидантная активность (АОА) отмечена в семенах *S. media* [21]. Проведенные нами исследования АОА листьев и соцветий девяти таксонов рода *Spiraea*, произрастающих на территории Дальнего Востока России, показали, что все исследованные растения обладают антиоксидантной активностью, хотя и в разной степени. Показатели АОА водных экстрактов листьев и соцветий спирей в большинстве случаев выше, чем водно-спиртовых. Это говорит, вероятно, о содержании в растениях рода *Spiraea* большей частью водорастворимых антиоксидантов, которые легко переходят в раствор, придавая ему лекарственные свойства (см. табл.).

В водно-спиртовых экстрактах из листьев антиоксидантная активность выше или равна АОА соцветий. При экстракции водой АОА листьев также выше, чем соцветий, за исключением некоторых видов спирей. Скорее всего, в листьях растений рода *Spiraea* в большем количестве содержатся антиоксиданты фенольного типа. Самые высокие показатели АОА у спирей секции *Calospira* – *S. beauverdiana* и *S. betulifolia*, чуть ниже у спирей секции *Spiraria* – *S. humilis* и *S. salicifolia*. Из спирей секции *Chamaedryon* по содержанию антиоксидантов фенольного типа можно выделить *S. pubescens* и *S. media* var. *media*.

Фенольные соединения вносят значительный вклад в антиоксидантную активность растений [15]. Корреляционный анализ на основе расчета коэффициента корреляции Пирсона между АОА и содержанием биологически активных веществ в листьях и соцветиях растений рода *Spiraea* показал, что АОА водных экстрактов достоверно положительно связана с содержанием оксикоричных кислот ( $r = 0,52$ ). Связь АОА этанольных экстрактов с оксикоричными кислотами более слабая и недостоверная ( $r = 0,34$ ). Флавонолы, содержащиеся в листьях и соцветиях спирей, тоже вносят вклад в АОА, но меньший, чем оксикоричные кислоты ( $r = 0,37$  для водных экстрактов). Для АОА этанольных экстрактов и флавонолов связь очень низкая ( $r = 0,04$ ). Степень зависимости АОА с остальными изученными группами биологически активных веществ оказалась низкой или отрицательной. Также следует учитывать вклад в антиоксидантную активность и других соединений, например флавонов, которые тоже содержатся в растениях рода *Spiraea* [9].

### Заключение

Широко распространенные виды рода *Spiraea* (*S. salicifolia*, *S. media* var. *media*, *S. betulifolia* и *S. ussuriensis* subsp. *ussuriensis*) имеют наиболее высокие показатели содержания биологически активных веществ. В соцветиях спирей содержится больше флавонолов, оксикоричных кислот, катехинов, антоцианов, сапонинов по сравнению с листьями, а дубильных веществ больше в листьях.

Перспективными антиоксидантами среди дальневосточных представителей рода *Spiraea* являются *S. betulifolia* и *S. beauverdiana* (секция *Calospira*), *S. humilis* и *S. salicifolia* (секции *Spiraria*), *S. pubescens* и *S. media* var. *media* (Секция *Chamaedryon*). Растения рода *Spiraea*, вероятно, содержат водорастворимые антиоксидантные соединения фенольного типа, так как антиоксидантная активность в листьях и соцветиях спирей водных экстрактов выше, чем водно-спиртовых экстрактов. Антиоксидантная активность листьев в основном выше, чем соцветий. Прослеживается достоверная положительная корреляция антиоксидантной активности водных экстрактов из органов спирей с содержанием оксикоричных кислот.

*Выражаем глубокую признательность сотрудникам лаборатории фитохимии ЦСБС СО РАН Т.А. Кукушкиной, И.В. Шевцовой и Е.А. Карповой за оказанную помощь в проведении эксперимента.*

### Список литературы

1. Kaur Charanjit, Kapoor Harish C. Antioxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables // Intern. Journ. Food Sci. and Techn. 2002. Vol. 37, N2. Pp. 153–161.

2. Алексеева Л.И., Тетерюк Л.В., Быструшкин А.Г., Булышева М.А. Фенольные соединения и антиоксидантная активность уральских представителей рода *Thymus (Lamiaceae)* // Растительные ресурсы. 2012. Вып. 1. С. 110–117.
3. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Hydraginaceae – Haloragaceae. Л., 1987. С. 99–101.
4. Mughal U.R., Mehmood R., Malik A., Alia B., Tareen R.B. Flavonoid Constituents from *Spiraea brahuica* // Helvetica Chimica Acta. 2012. Vol. 95. Pp. 100–105.
5. Шпретер А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока. М., 1975. 327 с.
6. Xie Z.W. Quanguo Zhongcaoyao Huibian (A Collection of Chinese Herbal Drugs). 2 ed. People's Hygenic Publishing House. Beijing. 1996. Pp. 514–515.
7. Hiradate S., Morita S., Sugie H., Fuji Y., Harada J. Phytotoxic cis-cinnamoyl glucosides from *Spiraea thunbergii* // Phytochem. 2004. Vol. 65. Pp. 731–739.
8. Yoshida K., Hishida A., Iida O., Hosokawa K., Kawabata J. Highly oxygenated monoterpene acylglucosides from *Spiraea cantoniensis* // J. Nat. Prod. 2010. Vol. 73, N5. Pp. 814–817.
9. Стороженко Н.Д. Полифенольные соединения таволги зверобоелистной (*S. hypericifolia* L.) : автореф. дис. ... канд. хим. наук. Иркутск, 1977. 23 с.
10. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск, 2004. 240 с.
11. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных препаратов природного происхождения // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения : материалы VII Междунар. съезда. СПб., 2003. С. 64–69.
12. Ларькина М.С., Кадырова Т.В., Ермилова Е.В. Изучение динамики накопления фенолкарбоновых кислот в надземной части василька шероховатого // Химия растительного сырья. 2008. №3. С. 71–74.
13. Государственная фармакопея СССР. 11-е изд. М., 1987. Вып. 1. С. 286–287.
14. Киселёва А.В., Волхонская Т.А., Киселёв В.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск. 1991. 135 с.
15. Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Пахомов В.П. Новый прибор для определения природных антиоксидантов. М., 2005. 100 с.
16. Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом // Химия растительного сырья. 2010. №2. С. 91–97.
17. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М., 1998. 459 с.
18. Бахтенко Е.Ю., Курапов П.Б. Многообразие вторичных метаболитов высших растений : учебное пособие. Вологда, 2008. 264 с.
19. Костикова В.А., Высочина Г.И., Полякова Т.А. Сравнительное изучение содержания фенольных соединений в растениях рода *Spiraea* L. Дальнего Востока России // Научное обозрение. 2012. №5. С. 167–173.
20. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М., 1993. 272 с.
21. Максимов О.Б., Горовой П.Г., Чумак Г.Н. Содержание антиоксидантов в семенах некоторых видов флоры Приморского края // Растительные ресурсы. 1990. Т. 26, вып. 4. С. 487–498.

Поступило в редакцию 19 июня 2015 г.

После переработки 16 марта 2016 г.

*Kostikova V.A.\**, *Shaldaeva T.M.* THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE RUSSIAN FAR EAST REPRESENTATIVES OF THE GENUS *SPIRAEA* L. (*ROSACEAE* Juss.)

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Zolotodolinskaia st., 101, Novosibirsk, 630090 (Russia),  
e-mail: serebryakova-va@yandex.ru

Antioxidant activity of water and ethanol extracts of the leaves and inflorescences of the nine Russian Far East representatives of the genus *Spiraea* L.: *S. ussuriensis* subsp. *ussuriensis* Pojark., *S. flexuosa* Fisch.ex Cambess., *S. media* var. *media* Franz Schmidt., *S. dahurica* (Rupr.) Maxim., *S. pubescens* Turcz., *S. beauverdiana* Schneid., *S. betulifolia* Pall., *S. salicifolia* L., *S. humilis* Pojark. was investigated. The antioxidant activity of water extracts (0,16–2,79 mg/g) of leaves and inflorescences of the *Spiraea* higher than the water – alcohol extracts (0,06–2,54 mg/g). *S. betulifolia* (2,79 mg/g), *S. beauverdiana* (2,54 mg/g), *S. humilis* (0,82 mg/g), *S. salicifolia* (1,61 mg/g), *S. pubescens* (0,72 mg/g) and *S. media* var. *media* (0,59 mg/g) are perspective antioxidants among the Far Eastern species of the genus *Spiraea*. The greatest correlation antioxidant activity with oxycinnamic acids and flavonols was found. The content of hydroxycinnamic acids in the plant genus *Spiraea* reaches 1,2%, flavonols – 3,9%. Less correlation antioxidant activity with saponins and tannins and inverse correlation with catechins were found.

**Keywords:** *Spiraea*, antioxidant activity, flavonoids, oxycinnamic acid, catechins, tannins, saponins.

## References

1. Kaur Charanjit, Kapoor Harish C. *Intern. Journ. Food Sci. and Techn.*, 2002, vol. 37, no. 2, pp. 153–161.
2. Alekseeva L.I., Teteriuk L.V., Bystrushkin A.G., Bulysheva M.A. *Rastitel'nye resursy*, 2012, issue 1, pp. 110–117. (in Russ.).
3. *Rastitel'nye resursy SSSR: Tsvetkovye rasteniia, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovanie; Semeistva Hydraginaceae – Haloragaceae*. [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, the use of; Families Hydraginaceae – Haloragaceae.]. Leningrad, 1987, pp. 99–101. (in Russ.).
4. Mughal U.R., Mehmood R., Malik A., Alia B., Tareen R.B. *Helvetica Chimica Acta*, 2012, vol. 95, pp. 100–105.
5. Shreter A.I. *Lekarstvennaia flora sovetskogo Dal'nego Vostoka*. [Medicinal Flora of the Soviet Far East]. Moscow, 1975, 327 p. (in Russ.).
6. Xie Z.W. *Quanguo Zhongcaoyao Huibian (A Collection of Chinese Herbal Drugs)*. 2 ed. People's Hygenic Publishing House. Beijing. 1996, pp. 514–515.
7. Hiradate S., Morita S., Sugie H., Fuji Y., Harada J. *Phytochem.*, 2004, vol. 65, pp. 731–739.
8. Yoshida K., Hishida A., Iida O., Hosokawa K., Kawabata J. *J. Nat. Prod.*, 2010, vol. 73, no. 5, pp. 814–817.
9. Storozhenko N.D. *Polifenol'nye soedineniia tavolgi zveroboelistnoi (S. hypericifolia L.): avtoref. dis... kand. khim. nauk*. [Polyphenol compounds zveroboelistnoy spirea (S. hypericifolia L.): the dissertation author's candidate of chemical science]. Irkutsk, 1977, 23 p. (in Russ.).
10. Vysochina G.I. *Fenol'nye soedineniia v sistematike i filogenii semeistva grechishnykh*. [Phenolic compounds in systematics and phylogeny of the family Polygonaceae]. Novosibirsk, 2004, 240 p. (in Russ.).
11. Kukushkina T.A., Zikov A.A., Obukhova L.A. *Aktual'nye problemy sozdaniia novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoho proiskhozhdeniia: materialy VII Mezhdunar. s'ezda*. [Actual problems of development of new drugs of natural origin: Proceedings of the VII International Congress]. St. Petersburg, 2003. pp. 64–69. (in Russ.).
12. Lar'kina M.S., Kadyrova T.V., Ermilova E.V. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2008, no. 3, pp. 71–74. (in Russ.).
13. *Gosudarstvennaia farmakopeia SSSR*. [The State Pharmacopoeia of the USSR]. 11 ed., Moscow, 1987, issue 1, pp. 286–287. (in Russ.).
14. Kiseleva A.V., Volkhonskaia T.A., Kiselev V.E. *Biologicheski aktivnye veshchestva lekarstvennykh rastenii Iuzhnoi Sibiri*. [Biologically active substances of medicinal plants in Southern Siberia]. Novosibirsk, 1991, 135 p. (in Russ.).
15. Iashin A.Ia., Iashin Ia.I., Chernousova N.I., Pakhomov V.P. *Novyi pribor dlia opredeleniia prirodnykh antioksidantov*. [New device for determining the natural antioxidants]. Moscow, 2005, 100 p. (in Russ.).
16. Fedina P.A., Iashin A.Ia., Chernousova N.I. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2010, no. 2, pp. 91–97. (in Russ.).
17. Glants S. *Mediko-biologicheskaiia statistika*. [Biomedical Statistics]. Moscow, 1998, 459 p. (in Russ.).
18. Bakhtenko E.Iu., Kurapov P.B. *Mnogoobrazie vtorichnykh metabolitov vysshikh rastenii*. [A variety of secondary metabolites of higher plants]. Vologda, 2008, 264 p. (in Russ.).
19. Kostikova V.A., Vysochina G.I., Poliakova T.A. *Nauchnoe obozrenie*, 2012, no. 5, pp. 167–173. (in Russ.).
20. Zaprometov M.N. *Fenol'nye soedineniia: rasprostranenie, metabolism i funktsii v rasteniakh*. [Phenolic compounds: distribution, metabolism and function in plants]. Moscow, 1993, 272 p. (in Russ.).
21. Maksimov O.B., Gorovoi P.G., Chumak G.N. *Rastitel'nye resursy*, 1990, vol. 26, no. 4, pp. 487–498.

Received June 19, 2015

Revised March 16, 2016

\* Corresponding author.