

УДК 582.539:581.192.2:547.98:543.242.51

## РАСТЕНИЯ СЕМЕЙСТВА HYDROCHARITACEAE – НОВЫЙ ИСТОЧНИК ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ?

© Е.А. Алехина, А.Н. Ефремов\*, О.А. Емельянова

Омский государственный педагогический университет, наб. Тухачевского,  
14, Омск, 644099 (Россия), e-mail: stratiotes@yandex.ru

Традиционными источниками дубильных веществ являются растения семейств *Salicaceae*, *Fagaceae*, *Pinaceae*. Однако ранее в тканях листьев у некоторых морских (*Enhalus*, *Thalassia*) и пресноводных (*Stratiotes*) родов семейства *Hydrocharitaceae* были обнаружены идиобласты, содержащие конденсированные танины. В связи с этим целью исследования явилось определение содержания дубильных веществ в фитомассе растений семейства *Hydrocharitaceae* (*Hydrocharis morsus-ranae*, *Hydrilla verticillata*, *Stratiotes aloides*, *Egeria densa*, *Elodea canadensis*) и лекарственных растений – традиционных источников дубильных веществ (*Quercus robur*, *Urtica dioica*, *Bidens tripartita*).

В результате у *Hydrocharis morsus-ranae* обнаружены гидролизуемые дубильные вещества, а у *Stratiotes aloides*, *Elodea canadensis*, *Egeria densa*, *Hydrilla verticillata* – смесь гидролизуемых и конденсированных дубильных веществ. Наибольшим содержанием последних отличается *Stratiotes aloides*, (3.1±0.1% сухого вещества) и *Hydrilla verticillata* (2.8±0.1%), минимальным – *Elodea canadensis* (1.1±0.1%). Срок хранения высушенного сырья не влияет на содержание танинов. Статистическая обработка результатов определения дубильных веществ в фитомассе *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides* и *Elodea canadensis*, выполненных в разные годы, показала их сходимость. Результаты полученных исследований позволяют рассматривать растения семейства *Hydrocharitaceae* как потенциальный источник танинов, сопоставимый с такими официальными источниками, как *Urtica dioica* и *Bidens tripartita*.

**Ключевые слова:** *Hydrocharitaceae*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Hydrilla verticillata*, *Stratiotes aloides*, *Egeria densa*, *Elodea canadensis*, дубильные вещества.

### Введение

Лекарственное растительное сырье, содержащее дубильные вещества (танины), включено в государственную фармакопею, что связано с их вяжущими и антисептическими свойствами [1–3]. Дубильные вещества – это растительные генетически связанные между собой полифенольные соединения с различной молекулярной массой, которые условно делят на гидролизуемые и конденсированные. Гидролизуемые дубильные вещества – производные пирогаллола, в условиях кислотного или ферментатического гидролиза распадающиеся на простейшие составные части; конденсированные – производные пирокатехина, не расщепляющиеся при действии минеральных кислот, а образующие красно-коричневые продукты конденсации (флавофены). Чаще всего в растениях встречается смесь гидролизуемых и конденсированных дубильных веществ с преобладанием соединений той или иной группы [1, 2].

Традиционными источниками дубильных веществ являются растения семейств *Salicaceae*, *Fagaceae*, *Pinaceae* [1]. Среди семейств *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Myrtaceae*, *Fabaceae*, *Polygonaceae* многочисленны виды, в которых содержание дубильных веществ доходит до 20–30% и более [1, 2].

Ранее были выполнены несколько крупных исследований танинов у цветковых растений. Так, Е.С. Bate-Smith и R. Metcalfe [4] были изучены танины в стеблях и листьях более 500 видов из 175 семейств

Алехина Елена Анатольевна – доцент кафедры химии и методики преподавания химии, кандидат педагогических наук, e-mail: eharchenko@mail.ru  
Ефремов Андрей Николаевич – научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: stratiotes@yandex.ru  
Емельянова Ольга Александровна – исследователь, e-mail: olga.emelyanova@list.ru

класса *Magnoliopsida*. S. Mole [5] изучил 180 семейств класса *Magnoliopsida* и 44 семейства класса *Liliopsida*. По результатам исследования большая часть представителей класса *Magnoliopsida* включает виды, не содержащие танины. К семействам, все исследованные виды которых содержат танин,

\* Автор, с которым следует вести переписку.

относятся: *Aceraceae*, *Actinidiaceae*, *Anacardiaceae*, *Bixaceae*, *Burseraceae*, *Combretaceae*, *Dipterocarpaceae*, *Ericaceae*, *Grossulariaceae*, *Myricaceae* класса *Magnoliopsida* и семейства *Najadaceae* (в настоящее время включают в *Hydrocharitaceae*), *Typhaceae* класса *Liliopsida*. Полифенолы, представленные конденсированными таннинами, обнаружены практически во всех семействах растений [6]. С. McMillan [7] выполнив исследования 29 видов и 12 родов морских сосудистых растений обнаружил таннины в тканях листьев. При этом в растениях семейства *Posidoniaceae* (*Posidonia Vines.*) и *Cymodoceaceae* (*Halodule* Endl., *Syringodium* Kütz, *Cymodocea* König, *Thalassodendron* de Hartog, *Amphibolis* Agardh) содержатся конденсированные таннины, которые дают типичные цветные реакциями, а растения подсемейства *Zosteraceae* (*Zostera* L., *Phyllospadix* Agardh, *Heterozostera* Hook.) не дают типичных реакций окрашивания [7].

Таннины обнаруживаются в листьях, стеблях, почках, семенах и корнях, вероятно, участвуя в процессах регуляции роста тканей. Во всех сосудистых растениях, исследованных на данный момент, эти вещества вырабатываются хлоропласт-производной органеллой, танносомой [8]. Таннины локализованы преимущественно в вакуолях или поверхностном воске растений [9].

В хемотаксономическом плане для представителей семейства *Hydrocharitaceae* (Magnoliophyta: Liliopsida: Alismatales) характерным является наличие флавоновых сульфатов, фенольных, цианиновых и полифенольных гликозидов, цианидина, хлорогеновой кислоты, высших жирных кислот и отсутствие алкалоидов, иридоидов, сапогенинов и эллаговой кислоты [10, 11, 12]. Ранее исследователями были обнаружены идиобласты, содержащие конденсированные таннины, которые идентифицировались только некоторыми цветными реакциями, в тканях листьев у морских (*Enhalus* Rich., *Thalassia* Banks ex K.D. König) [7] и пресноводных (*Stratiotes* L.) [13] родов семейства *Hydrocharitaceae*. Экспериментальным путем для *Thalassia testudinum* Banks ex König показано, что синтез проантоцианидинов (конденсированных таннинов) является реакцией на повреждение органов растений [14]. Таннины обнаружены также и у некоторых представителей порядка Alismatales, к которому относится семейство *Hydrocharitaceae* [5, 15]. В связи с этим актуальность исследования содержания дубильных веществ у растений семейства *Hydrocharitaceae* представляет существенный интерес.

### Экспериментальная часть

Материалом для исследования послужили образцы побегов растений семейства *Hydrocharitaceae*: *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L., *Elodea canadensis* Mich., *Egeria densa* Planch., *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle. Сведения о местах сбора и количестве исследованных образцов приведены в таблице 1. Для исследования компонентного состава отбор проб растений проводили в фазу цветения – начала плодоношения/вегетации после цветения (в июле-августе) из нескольких участков одного местонахождения.

В лабораторных условиях осуществлялась предварительная пробоподготовка: отмывка материала, сушка до воздушно-сухого, а затем до абсолютно сухого состояния. Абсолютно сухой материал измельчался, из каждого образца готовилась средняя проба, из которой отбирались навески (по 1 г), необходимые для проведения анализа.

В качестве объектов сравнения были выбраны следующие лекарственные растения – источники дубильных веществ [1, 3, 16], реализуемые в аптечной сети: дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.), лекарственная форма – кора измельченная, производитель: ПКФ «Фитофарм» ООО; крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), лекарственная форма – листья измельченные, производитель – ЗАО «Иван-Чай»; череда трехраздельная (*Bidens tripartita* L.), лекарственная форма – трава измельченная, производитель – ПКФ «Фитофарм» ООО.

Отобранные рандомизированным путем средние пробы высушивались до воздушно-сухого состояния и хранились при комнатных условиях до проведения испытаний. Исследования выполнены на базе лаборатории органической химии Омского государственного педагогического университета (Россия).

Дубильные вещества, как и другие фенольные соединения, образуют окрашенные комплексы с солями тяжелых металлов. Обнаружение дубильных веществ в водных извлечениях в растительном сырье выполнено двумя группами качественных реакций: реакциями осаждения (с бромной водой) и цветными реакциями (с железомоноаммониевыми квасцами и диазореактивом) [16].

Количественное определение дубильных веществ в растительном сырье выполнено титриметрическим методом согласно ГОСТ 24027.2-80 [17]. Метод основан на легкой окисляемости дубильных веществ раствором перманганата калия в присутствии индигосульфокислоты при комнатной температуре. Титрование вели медленно, до появления золотисто-желтого окрашивания. Извлечение дубильных веществ проводили водой.

Таблица 1. Сведения об исследованных образцах

Объект исследования	Дата сбора	Количество исследованных проб	Местонахождение и дата сбора
<i>Stratiotes aloides</i>	23.VII.2013, 02.VIII.2017,	7	55°13' 35" с. ш., 73°00' 23" в. д., Омская область, Любинский район, окрестности с. Любино-
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	23.VII.2013, 02.VIII.2017	7	Малороссы, долина р. Иртыш, протока
<i>Hydrilla verticillata</i>	25.VII.2017	5	55°13' 14" с. ш., 72°59' 24" в. д., Омская область, Любинский район, окрестности с. Любино-
<i>Elodea canadensis</i>	23.VII.2013, 05.VII.2017	7	Малороссы, долина р. Иртыш, особо охраняемая природная территория «Пойма Любинская», протока старичного озера.
<i>Egeria densa</i>	02.VII.2017	3	55°39'28.6"с.ш., 37°58'15.1"в. д., Московская обл., Люберецкий р-н, окрестности с. Красково, р. Пехорка, VII.2016.

Содержание дубильных веществ в исследуемых объектах вычисляли по формуле

$$X = \frac{(V - V_1) \times 0.004157 \times 250 \times 100 \times 100}{m \times 25 \times (100 - W)},$$

где  $V$  – объем раствора калия перманганата (0,02 моль/л), израсходованного на титрование извлечения, мл;  $V_1$  – объем раствора калия перманганата (0,02 моль/л), израсходованного на титрование в контрольном опыте, мл; 0,004157 – количество дубильных веществ, соответствующее 1 мл раствора перманганата калия (0,02 моль/л) в пересчете на таннин, г;  $m$  – масса сырья, г;  $W$  – потеря в массе при высушивании сырья, %; 250 – общий объем извлечения, мл; 25 – объем извлечения, взятого для титрования, мл.

С целью оценить значимость расхождений результатов эксперимента была проведена статистическая обработка методом парного сравнения. В качестве критерия сравнения был выбран U-критерий Манна-Уитни [18]. Все исследования были проведены с объектами, собранными в одном месте сбора и выполнены по единой методике согласно ГОСТ 24027.2-80 [17].

### Обсуждение результатов

Результаты обнаружения дубильных веществ в объектах исследования представлены в таблице 2.

Полученные результаты качественных реакций позволили сделать вывод о наличии конденсированных и гидролизуемых дубильных веществ в растительных объектах и перейти к их количественному определению. Результаты количественного определения дубильных веществ в объектах исследования представлены на рисунке 1.

Согласно выполненным статистическим расчетам *Hydrilla verticillata* и *Stratiotes aloides* могут быть рассмотрены как потенциальные источники дубильных веществ, содержание которых сопоставимо с традиционными источниками – *Urtica dioica* и *Bidens tripartita*. Содержание таннинов у растений семейства Hydrocharitaceae носит видоспецифический характер. У изученных ранее растений были обнаружены идиобласты с конденсированными таннинами, идентифицирующиеся лишь некоторыми цветными реакциями [7], что связано с их различным химическим составом. Как было показано ранее исследованиями Е.С. Bate-Smith и R. Metcalfe [4], содержание таннинов может быть использовано в качестве таксономического признака, так как их содержание и состав сильно варьируется у отдельных таксономических групп.

Для оценки влияния сроков хранения сырья было выполнено определение содержания дубильных веществ у модельных растений, полученных в разные годы (табл. 3).

Полученные эмпирические значения U-критерия Манна-Уитни для попарных сравнений результатов двух выборок находятся в зоне незначимости, таким образом, результаты исследований, выполненных в разные годы, сходимы. Следовательно, содержание дубильных веществ в высушенных побегах у исследованных модельных растений не зависит от условий хранения и биотопа.

Таблица 2. Результаты обнаружения дубильных веществ в объектах исследования

Реагенты	Объект исследования							
	<i>Quercus robur</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Bidens tripartita</i>	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	<i>Hydrilla verticillata</i>	<i>Stratiotes aloides</i>	<i>Egeria densa</i>	<i>Elodea canadensis</i>
Железоаммонийные квасцы	Г	Г	К	Г	Г	Г	Г	Г
Бромная вода	К	К	К	–	К	К	К	К
Диазореактив	Г	Г	–	Г	Г	–	–	Г

Примечание. Г – гидролизуемые дубильные вещества; К – конденсированные дубильные вещества.

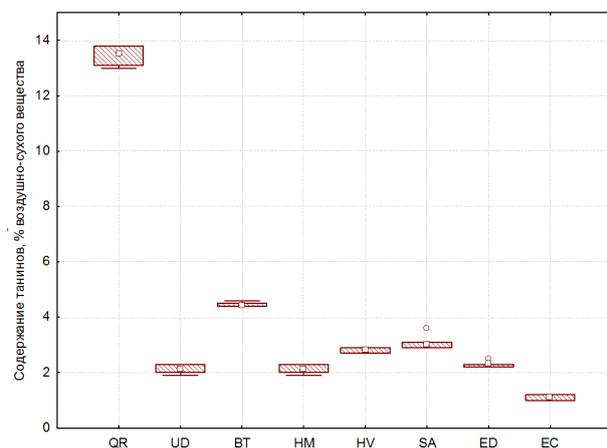


Рис. 1. Результаты определения содержания дубильных веществ в растительных объектах: QR – *Quercus robur*, UD – *Urtica dioica*, BT – *Bidens tripartite*, HM – *Hydrocharis morsus-ranae*, HV – *Hydrilla verticillata*, SA – *Stratiotes aloides*, ED – *Egeria densa*, EC – *Elodea canadensis*

Таблица 3. Результаты определения содержания дубильных веществ, полученных в разные годы, %

Год сбора	Вид		
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	<i>Stratiotes aloides</i>	<i>Elodea canadensis</i>
2013	2.2±0.2	3.0±0.5	1.3±0.3
2017	2.0±0.5	3.2±0.5	1.2±0.5

### Заключение

Таким образом, результаты качественных реакций позволили обнаружить гидролизуемые дубильные вещества у *Hydrocharis morsus-ranae*, а у *Stratiotes aloides*, *Elodea canadensis*, *Egeria densa*, *Hydrilla verticillata* – смесь гидролизуемых и конденсированных дубильных веществ. Наибольшим содержанием дубильных веществ отличается *Stratiotes aloides*, содержанием 3.1±0.1%, и *Hydrilla verticillata*, содержащая – 2.8±0.1%, минимальным – *Elodea canadensis* 1.1±0.1%. Полученные данные наряду со сложившимися подходами [19, 20, 21] позволяют использовать биохимические признаки при установлении таксономического родства.

Срок хранения высушенного сырья не влияет на содержание таннинов. Статистическая обработка результатов определения дубильных веществ в *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides* и *Elodea canadensis*, выполненных в разные годы, показала их сходимость. В целом, результаты полученных исследований позволяют рассматривать растения семейства Hydrocharitaceae как потенциальный источник таннинов, сопоставимый с такими официальными источниками, как *Urtica dioica* и *Bidens tripartita*.

### Список литературы

1. Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия. М., 2013. 672 с.
2. Попов В.И., Шапиро Д.К., Данусевич И.К. Лекарственные растения. Минск, 2001. 304 с.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации. XII. Ч. 1. М., 2007. 698 с.
4. Bate-Smith E.C., Metcalfe C.R. Leuco-anthocyanins. 3. The nature and systematic distribution of tannins in dicotyledonous plants // Botanical Journal of the Linnean Society. 1957. Vol. 55. Pp. 669–705.
5. Mole S. The systematic distribution of tannins in the leaves of Angiosperms: a tool for ecological studies // Biochemical Systematics and Ecology. 1993. Vol. 21, N8. Pp. 833–846. DOI:10.1016/0305-1978(93)90096.
6. Doat J. Tannin in tropical woods // Bois et Forêts des Tropiques. 1978. Vol. 182. Pp. 34–37.
7. McMillan C. The condensed tannins (proanthocyanidins) in seagrasses // Aquatic Botany. 1984. Vol. 20, issue 3-4. Pp. 351–357.

8. Brillouet J.-M., Romieu Ch., Schoefs B., Solymosi K., Cheynier V., Fulcrand H., Verdeil J.-L., Conéjéro G. The tannosome is an organelle forming condensed tannins in the chlorophyllous organs of Tracheophyta // *Annals of Botany*. 2013. Vol. 112, issue 6. Pp. 1003–1014. DOI:10.1093/aob/mct168.
9. Kanzaki Sh., Yonemori K. and Sugiura A. Identification of molecular markers linked to the trait of natural astringency loss of Japanese persimmon (*Diospyros kaki*) fruit // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2001. Vol. 126, N1. Pp. 51–55.
10. Алехина Е.А., Ефремов А.Н., Егошина А. Е. Фенолгликозиды некоторых представителей семейства водокрасовые (*Hydrocharitaceae*) // *Фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям биоэкологии и биотехнологии: материалы I Международной научно-практической конференции*. Ульяновск, 2014. С. 33–36.
11. Watson L., Dallwitz M.J. *Hydrocharitaceae* // *The families of flowering plants*. [Electronic resource]. URL: <http://deltaintkey.com/angio/www/hydrocha.htm>. 01.10.2017.
12. Johansson J.T. *Hydrocharitaceae* Juss // *The Phylogeny of Angiosperms*. [Electronic resource]. URL: <http://angio.bergianska.se/monocots/Alismatales/Alismatales.html#Hydrocharitaceae>. 01.10.2017.
13. Ефремов А.Н. Телорез алоэвидный *Stratiotes aloides* L. (*Hydrocharitaceae*) в южной части Западно-Сибирской равнины (анатомо-морфологические особенности, ценотическое значение, продуктивность): дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2010. 238 с.
14. Arnold Th.M., Tanner Ch.E., Rothen M. Wound-induced accumulations of condensed tannins in turtlegrass, *Thalassia testudinum* // *Aquatic Botany*. 2008. Vol. 89, issue 1. Pp. 27–33.
15. Johansson J.T. et al. *The Phylogeny of Angiosperms*. Published online. [Electronic resource]. URL: <http://angio.bergianska.se>. 05.11.2017.
16. Ладыгина Е.Я., Сафронич Л.Н., Отрященко В.Э. и др. *Химический анализ лекарственных растений*. М., 1983. 176 с.
17. ГОСТ 24027.2.80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. Минск, 1981. 124 с.
18. Гублер Е.В., Генкин А.А. *Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях*. Л., 1973. 141 с.
19. Сорокопудова О.А., Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н. Хемосистематика: основные положения и особенности // *Научные ведомости*. 2006. №3. С. 75–83.
20. Smith P.M. *The chemotaxonomy of plants*. London: Edward Arnold, 1976. 265 p.
21. Scalbert A. Quantitative methods for the estimation of tannins in plant tissues // *Plant Polyphenols*. 1992. Vol. 59. Pp. 259–280. DOI:10.1007/978-1-4615-3476-1\_15.

Поступило в редакцию 5 февраля 2018 г.

После переработки 7 марта 2018 г.

**Для цитирования:** Алехина Е.А., Ефремов А.Н., Емельянова О.А. Растения семейства *Hydrocharitaceae* – новый источник дубильных веществ? // *Химия растительного сырья*. 2018. №3. С. 179–184. DOI: 10.14258/jcrpm.2018033723.

*Alekhina E.A.*<sup>1</sup>, *Efremov A.N.*<sup>2\*</sup>, *Emelyanova O.A.*<sup>3</sup> ARE THE PLANTS OF THE FAMILY *HYDROCHARITACEAE* A NEW SOURCE OF TANNINS?

*Omsk State Pedagogical University, 14, Naberezhnaya Tukhachevskogo, Omsk, 644099 (Russia), e-mail: stratiotes@yandex.ru*

The plants of the families *Salicaceae*, *Fagaceae*, *Pinaceae* are traditional sources of tannins. However, earlier in the leaf tissues of some marine (*Enhalus*, *Thalassia*) and freshwater (*Stratiotes*) genera of the family *Hydrocharitaceae*, idioblasts containing condensed tannins were found. In this regard, the purpose of the study was to determine the content of tannins in the phytomass of plants of the family *Hydrocharitaceae* (*Hydrocharis morsus-ranae*, *Hydrilla verticillata*, *Stratiotes aloides*, *Egeria densa*, *Elodea canadensis*) and medicinal plants – traditional sources of tannins (*Quercus robur*, *Urtica dioica*, *Bidens tripartita*).

\* Corresponding author.

As a result of the research hydrolyzed tannins has been found in *Hydrocharis morsus-ranae*, and a mixture of hydrolyzed and condensed tannins in *Stratiotes aloides*, *Elodea canadensis*, *Egeria densa*, *Hydrilla verticillata*. *Stratiotes aloides* ( $3.1 \pm 0.1\%$  of dry matter) and *Hydrilla verticillata* ( $2.8 \pm 0.1\%$ ) are characterized by the greatest content of tannins, *Elodea canadensis* ( $1.1 \pm 0.1\%$ ) characterized by the minimal content. The shelf life of the dried phytomass does not affect the content of tannins. Statistical processing of the results of determination of tannins in the phytomass *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides* and *Elodea canadensis*, performed in different years, showed their convergence.

The results of these studies allow us to consider the plants of the family Hydrocharitaceae as a potential source of tannins, comparable to such official sources as *Urtica dioica* and *Bidens tripartita*.

**Keywords:** Hydrocharitaceae, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Hydrilla verticillata*, *Stratiotes aloides*, *Egeria densa*, *Elodea canadensis*, tannins.

## References

1. Murav'yeva D.A., Samylina I.A., Yakovlev G.P. *Farmakognoziya*. [Pharmacognosy]. Moscow, 2013, 672 p. (in Russ.).
2. Popov V.I., Shapiro D.K., Danusevich I.K. *Lekarstvennyye rasteniya*. [Medicinal plants]. Minsk, 2001, 304 p. (in Russ.).
3. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii*. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. XII ed. Part 1, Moscow, 2007, 698 p. (in Russ.).
4. Bate-Smith E.C., Metcalfe C.R. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1957, vol. 55, pp. 669–705.
5. Mole S. *Biochemical Systematics and Ecology*, 1993, vol. 21, no. 8, pp. 833–846. DOI: 10.1016/0305-1978(93)90096.
6. Doat J. *Bois et Forêts des Tropiques*, 1978, vol. 182, pp. 34–37.
7. McMillan C. *Aquatic Botany*, 1984, vol. 20, issue 3-4, pp. 351–357.
8. Brillouet J.-M., Romieu Ch., Schoefs B., Solymosi K., Cheynier V., Fulcrand H., Verdeil J.-L., Conéjéro G. *Annals of Botany*, 2013, vol. 112, issue 6, pp. 1003–1014. DOI:10.1093/aob/mct168.
9. Kanzaki Sh., Yonemori K. and Sugiura A. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2001, vol. 126, no. 1, pp. 51–55.
10. Alekhina Ye.A., Yefremov A.N., Yegoshina A.Ye. *Fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya po prioritetyim napravleniyam bioekologii i biotekhnologii: materialy I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Fundamental and applied research in priority areas of bioecology and biotechnology: materials of the I International Scientific and Practical Conference]. Ulyanovsk, 2014, pp. 33–36. (in Russ.).
11. Watson L., Dallwitz M.J. Hydrocharitaceae // The families of flowering plants. [Electronic resource]. URL: <http://deltaintkey.com/angio/www/hydrocha.htm>. 01.10.2017.
12. Johansson J.T. Hydrocharitaceae Juss // The Phylogeny of Angiosperms. [Electronic resource]. URL: <http://angio.bergianska.se/monocots/Alismatales/Alismatales.html#Hydrocharitaceae>. 01.10.2017.
13. Efremov A.N. *Telozh alovidnyy Stratiotes aloides L. (Hydrocharitaceae) v yuzhnoy chasti Zapadno-Sibirskoy ravniny (anatomo-morfologicheskiye osobennosti, tsenoticheskoye znacheniyeye, produktivnost')*: dissertatsiya kandidat biologicheskikh nauk. [Aloeid body stratosphere *Stratiotes aloides* L. (Hydrocharitaceae) in the southern part of the West Siberian Plain (anatomical and morphological features, cenotic value, productivity): PhD in biology.]. Tomsk, 2010, 238 p. (in Russ.).
14. Arnold Th.M., Tanner Ch.E., Rothen M. *Aquatic Botany*, 2008, vol. 89, issue 1, pp. 27–33.
15. Johansson J.T. et al. The Phylogeny of Angiosperms. [Electronic resource]. URL: <http://angio.bergianska.se>. 05.11.2017.
16. Ladygina Ye.YA., Safronich L.N., Otryashenkova V.E. et al. *Khimicheskyy analiz lekarstvennykh rasteniy*. [Chemical analysis of medicinal plants]. Moscow, 1983, 176 p. (in Russ.).
17. GOST 24027.2.80. Syr'ye lekarstvennoye rastitel'noye. Metody opredeleniya vlazhnosti, sodержaniya zoly, ekstraktivnykh i dubil'nykh veshchestv, efirnogo masla. [The state standard 24027.2.80. Raw materials medicinal vegetative. Methods for determination of moisture content, ash content, extractive and tanning agents, essential oil]. Minsk, 1981, 124 p. (in Russ.).
18. Gubler Ye.V., Genkin A.A. *Primeneniye neparametricheskikh kriteriyev statistiki v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh*. [Application of non-parametric statistics criteria in biomedical research]. Leningrad, 1973, 141 p. (in Russ.).
19. Sorokopudova O.A., Deyneka V.I., Sorokopudov V.N. *Nauchnyye vedomosti*, 2006, no. 3, pp. 75–83. (in Russ.).
20. Smith P.M. The chemotaxonomy of plants. London: Edward Arnold, 1976. 265 p.
21. Scalbert A. *Plant Polyphenols*, 1992, vol. 59, pp. 259–280. DOI: 10.1007/978-1-4615-3476-1\_15.

Received February 5, 2018

Revised March 7, 2018

**For citing:** Alekhina E.A., Efremov A.N., Emelyanova O.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 179–184. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2018033723.