

УДК 615.322:665.348

СЕМЕНА *HYPERICUM PERFORATUM* L. – ПЕРСПЕКТИВНОЕ ЖИРОМАСЛИЧНОЕ СЫРЬЕ

© В.В. Вандышев^{1*}, Е.Ю. Бабаева^{1,2}, С.В. Горяинов¹, И.Н. Коротких²

¹Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198 (Россия), e-mail: vandishev2006@mail.ru

²Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений, ул. Грина, 7, Москва, 117216 (Россия)

Зверобой продырявленный давно введен в культуру. В случаях, когда семена зверобоя от неиспользованного страхового запаса остаются без употребления, они могут быть использованы для других целей, в частности как перспективное лекарственное сырье. Из его семян репродукции ФГБНУ ВИЛАР последовательно получены экстрактивные вещества, извлекаемые n-гексаном (липидный комплекс, содержащий высушающее жирное масло, с выходом около 35,0%); извлекаемые 95% этанолом (выход 20,0%) и водой очищенной (выход 2,5%).

Из липидной фракции выделено аморфное вещество, не растворимое в ацетоне, с выходом около 0,7%. Расчеты даны на воздушно-сухое сырье. Повторность опытов трехкратная. Для предварительного изучения состава триацилглицеринов (ТАГ) жирного масла использован метод ¹H ЯМР-спектроскопии. Показано, что содержание α -линоленовой кислоты в липидном комплексе составляет 30%. Аналог йодного числа – 168. Индекс рефракции составил $1,4752 \pm 0,001$. Качественный анализ показал, что в водном экстракте из шрота после извлечения липидного и спирторастворимого комплексов присутствуют флавоноиды и конденсированные дубильные вещества.

Также изучен дисперсный состав семян. Выявлено, что 86,4% семян зверобоя продырявленного имеет размеры менее 0,5 мм. Изучены макроморфологические особенности семян зверобоя. Семена зверобоя продырявленного могут представить интерес как новый вид растительного сырья для получения жирного масла, обогащенного эссенциальными жирными кислотами.

Ключевые слова: зверобой продырявленный, семена, липидный комплекс, ¹H- ЯМР-спектр, экстрактивные вещества.

Введение

В последние годы существенно возрос интерес исследователей и производителей лекарственных средств к жирным маслам и масляным экстрактам растительного происхождения. Липидные комплексы многих видов растительного сырья содержат ценные биологически активные вещества (БАВ): токоферолы, каротиноиды, фитостерины, фосфо- и гликолипиды, флаволигнаны. Кроме того, растительные липиды, поскольку чаще всего их выделяют из плодов и семян, являются продуктами возобновляемых сырьевых источников [1].

Род *Hypericum* относится к семейству Клюзиевые – Clusiaceae (=Guttiferae) и насчитывает 400 видов, в основном в тропиках и субтропиках обоих полушарий. Из них 15 видов встречаются в европейской части РФ [2]. Фармакопейным видом лекарственного растительного сырья (ЛРС) в РФ, получаемым от зверобоя

Вандышев Виктор Васильевич – кандидат фармацевтических наук, доцент, старший научный сотрудник, e-mail: vandishev2006@mail.ru

Бабаева Елена Юрьевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: babaevaelena@mail.ru

Горяинов Сергей Владимирович – заведующий лабораторией масс-спектрометрии и спектроскопии ЯМР, e-mail: goryainovs@list.ru

Коротких Ирина Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, e-mail: slavnica241270@yandex.ru

продырявленного и зверобоя пятнистого, является трава [3]. Она используется для производства нескольких лекарственных препаратов [4, 5]. Распространение официальных видов зверобоя в природе хотя и обширно, но популяции растений разреженные. Это не позволяет покрыть потребность в таком ценном виде ЛРС только за счет природных ресурсов [6]. В связи с этим зверобой продырявленный давно введен в культуру. Для различных зон страны

* Автор, с которым следует вести переписку.

разработаны агротехнологии его возделывания [7–9]. Выведены высокопродуктивные сорта [10]. При возделывании зверобоя продырявленного возможны семенной и вегетативный способы размножения [11]. Согласно технологической карте, растение для создания промышленных плантаций размножают семенами, часть площадей при культивировании должна служить для целей семеноводства. Культурные популяции зверобоя характеризуются высоким уровнем (до 95% и более) образования плодов. От одного растения можно получать до 130 тыс. штук семян. Семенные плантации зверобоя используют в течение 8–9 лет при урожае семян, получаемом механизированным способом, до 7 ц/га. При этом норма высева семян составляет 2–3 ц/га [7]. Масса 1000 семян зверобоя продырявленного по данным литературы составляет 0,11–0,13 г [6]. Семенной материал требуется как на посев, так и для поддержания страхового фонда. Установлено, что хозяйственная долговечность семян при хранении составляет более 10 лет [12].

В литературе имеются скудные сведения о терапевтических свойствах (слабительное, тонизирующее, антигельминтное) извлечений из семян некоторых растений рода зверобой [13]. Данных о накоплении БАВ и токсичности семян зверобоя в доступной литературе мы не встретили.

Многие семена культивируемых лекарственных, пищевых и декоративных растений, таких как чернушка дамасская, гранат обыкновенный, ослинник двулетний, баобаб (адансония пальчатая), папайя (дынное дерево), свидина белая, апельсин, представляют интерес как новые жиромасличные виды сырья [14–18]. В случаях, когда посевной материал зверобоя, накапливаясь год от года, остается без употребления, семена могут быть использованы для других целей, в частности как перспективное пищевое и лекарственное сырье. Цель исследования: изучить экстрактивные вещества, извлекаемые неполярным растворителем (липидный комплекс), этанолом и водой; состав триацилглицеринов, наличие других групп БАВ в метаболоме семян зверобоя, а также выявить морфологические признаки и некоторые технологические свойства семян.

Экспериментальная часть

Для исследования были взяты семена зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*) репродукции ВИЛАР урожая 2012–2015 гг., полученные на территории опытного севооборота. Наличие липидного комплекса в семенах устанавливали с помощью гистохимической реакции с раствором Судана III [19.] Для обнаружения наличия некоторых групп БАВ использовали реактивы: раствор NaOH 2,5%; раствор FeCl₃ 3%; спиртовой раствор AlCl₃ 5%. Анализ дисперсного состава проводили согласно требованиям общей фармакопейной статьи [3]. Масса навески 25,0, повторность трехкратная.

Для определения выхода липидного комплекса семена измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 0,25 мм. Навеску семян последовательно обрабатывали *n*-гексаном марки «ч» при нагревании на водяной бане с обратным холодильником. Гексановый экстракт фильтровали через бумажный складчатый фильтр (синяя полоса). Определение содержания липидного комплекса в семенах проводили гравиметрическим методом в пересчете на воздушно-сухое сырье. Использовали ацетон ГОСТ 2768-84.

В шроте после обезжиривания семян определяли содержание экстрактивных веществ, последовательно извлекаемых 95% этанолом и водой очищенной. Повторность всех опытов трехкратная.

Гексан и этанол из извлечений удаляли с помощью вакуум-ротационного испарителя на водяной бане при температуре +50 °С и остаточном давлении 0,25 мм рт. ст. Водное извлечение упаривали досуха в выпарительной чашке при нагревании на кипящей водяной бане. Показатель преломления (индекс рефракции) определяли при температуре +20 °С с помощью рефрактометра ИРФ – 454Б2М в шестикратной повторности.

Количественный спектр ЯМР-¹H триацилглицеринов (ТАГ) в образце липидного комплекса получен на спектрометре ECS 400 (JEOL, Япония) с рабочей частотой 400 МГц. Обработка спектров проводилась с помощью программы Delta (JEOL), обеспечивающей управление прибором, сбор и анализ данных. В качестве растворителя использовали дейтерированный хлороформ (CDCl₃, 99,8 atom % D). Навеску липидного комплекса массой 30 мг растворяли в 600 мкл CDCl₃ и переносили пипеткой в стандартную ЯМР-ампулу диаметром 5 мм. Условия регистрации спектров ЯМР ¹H: ширина развертки 19 м.д., импульс 90° 10 мкс, центр спектра 6 м.д., время регистрации ССИ 1 с, число накоплений спектра 64, релаксационная задержка 10 с, для устранения сателлитных сигналов, обусловленных спин-спиновым взаимодействием ¹H и ¹³C, использована импульсная последовательность WALTZ. В качестве вторичного эталона при измерении химических сдвигов использовали сигналы протонов растворителя (CHCl₃, 7,26 м.д.).

Обсуждение результатов

Семена зверобоя продырявленного очень мелкие. При изучении дисперсного состава (табл. 1) выявлено, что массовая доля семян, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 0,8 мм, составляет 99,3%, а проходящих сквозь сито с отверстиями размером 0,5 мм – 86,4%. Из этого следует, что абсолютное большинство семян зверобоя продырявленного имеет размеры менее 0,5 мм.

Изучение макроморфологических особенностей семян зверобоя продырявленного показало, что они имеют красновато-коричневый до почти черного цвет, без запаха, цилиндрическую или продолговато-овальную форму, линейно-сетчатую или лестнично-сетчатую поверхность [20].

В микропрепарате измельченных семян зверобоя методом микроскопии нами было установлено наличие многочисленных капель масла, которые при добавлении раствора Судана III и подогривании предметного стекла окрашивались в розовый цвет. Этот предварительный тест дал основание предполагать, что в семенах зверобоя накапливается значительное количество жирного масла. Выделенный липидный комплекс представлял собой маслянистую жидкость с выходом $35,2 \pm 0,2\%$. Индекс рефракции его составил $1,4752 \pm 0,001$. Эти данные характеризуют семена зверобоя как перспективное высокомасличное сырье. Как известно, такое значение показателя преломления характерно для жирных масел, обогащенных полиненасыщенными жирными кислотами.

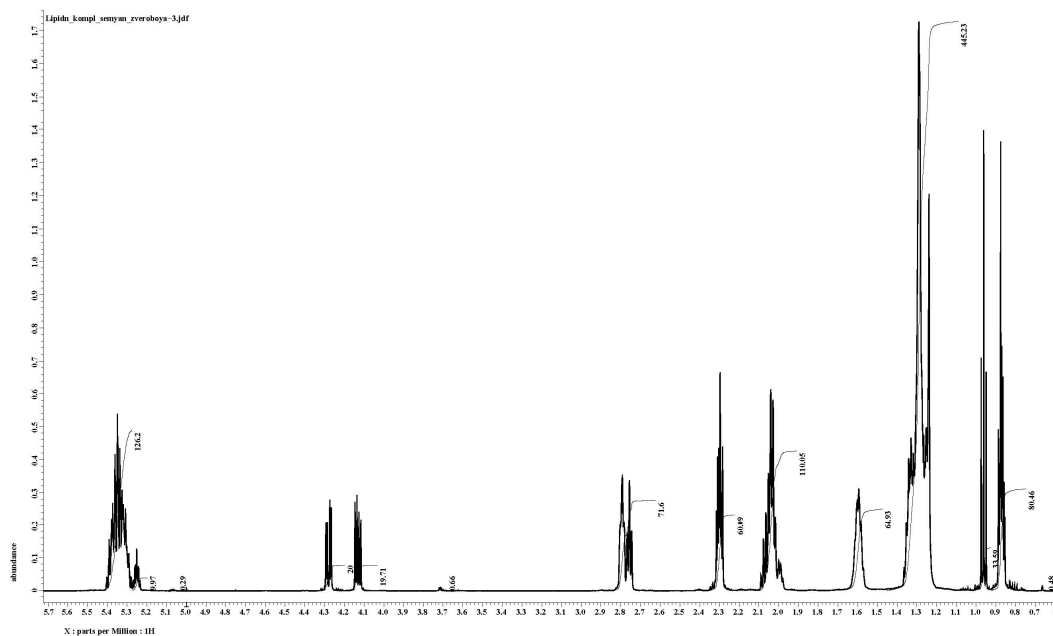
Липидную фракцию разбавляли ацетоном и наблюдали образование аморфного осадка. После выпадения осадка раствор отфильтровали через ватный тампон. Фильтрат желтоватого цвета упаривали в вакуум-ротационном испарителе, получили подвижную маслянистую жидкость желтоватого цвета. Индекс рефракции этого продукта составил 1,4810. Выход вещества липидной фракции, не растворимого в ацетоне, составил около 0,7% от воздушно-сухого сырья.

Для предварительного изучения состава ТАГ был использован неразрушающий метод ^1H ЯМР-спектроскопии [21]. Данные представлены на рисунке. Мы рассчитали некоторые характеристики ТАГ, которые приведены в таблице 2.

Данные ^1H ЯМР-спектроскопии и значение рефракции жирного масла семян зверобоя характеризуют его как ценный перспективный продукт, содержащий эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты с достаточно высокой долей $\text{C}_{18:3}$ $\omega 3$ кислоты (α -линоленовой кислоты).

Таблица 1. Дисперсный состав семян зверобоя продырявленного урожая 2012 г.

Размер отверстий, мм	Семян, прошедших через сито, %
1,0	100,0
0,8	99,3
0,5	86,4
0,25	0,0



^1H ЯМР-спектр ТАГ жирного масла семян зверобоя

Таблица 2. Параметры ТАГ в образце липидного комплекса из семян зверобоя продырявленного

Название константы ТАГ	Расчетное значение константы
Аналог йодного числа (АЙЧ)	168,0
Содержание ненасыщенных кислот, %	80,0
Содержание насыщенных кислот, %	20,0
Содержание α -линоленовой кислоты, %	30,0

С точки зрения создания элементов безотходной технологии переработки, после получения липидной фракции представляло интерес исследование веществ, оставшихся в шроте семян зверобоя. С этой целью был изучен выход экстрактивных веществ, извлекаемых этанолом и водой очищенной. Выход экстрактивных веществ, извлекаемых 95% этанолом из обезжиренных семян зверобоя, в пересчете на воздушно-сухое сырье составил около 20,0%. Нами также было установлено, что в шроте семян зверобоя после последовательной обработки двумя растворителями содержится около 2,5% соединений, растворимых в воде. Качественный анализ показал, что в сумме этих веществ присутствуют флавоноиды и конденсированные танины.

Выводы

1. Липидная фракция семян зверобоя продырявленного составляет около 35,0% в пересчете на воздушно-сухое сырье. Среди липофильных метаболитов семян зверобоя продырявленного имеется высыхающее жирное масло, состоящее из ТАГ с высоким содержанием линоленовой кислоты, а также содержится неидентифицированное аморфное вещество (0,7%). Семена зверобоя продырявленного, учитывая их урожайность, могут представить интерес как новый вид растительного сырья для получения эссенциального жирного масла.

2. Обезжиренные семена зверобоя содержат около 20% спирторастворимых и 2,5% водорастворимых веществ.

Список литературы

1. Шиков А.Н., Макаров В.Г., Рыженков В.Е. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. М., 2004. 264 с.
2. Флора Восточной Европы / под ред. Н.Н. Цвелёва. СПб., 1996. Т. 9. 456 с.
3. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. М., 1987. 336 с. ; Вып. 2. М., 1989. 397 с.
4. Государственный реестр лекарственных средств [Электронный ресурс]. URL: <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>.
5. Пронченко Г.Е. Лекарственные растительные средства : справочник. М., 2002. 288 с.
6. Атлас лекарственных растений России. М., 2006. С. 122–124.
7. Семенихин И.Д. Рекомендации по технологии возделывания зверобоя продырявленного в условиях Нечерноземья, ЦЧО и степных районах России. М., 1999. 12 с.
8. Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Васильев В.Г., Богатырёв А.Л. Фенольные соединения *Hypericum perforatum* при выращивании в различных регионах Западной Сибири // VIII Международный симпозиум «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты». М., 2012. С. 233–238.
9. Портнягина Н.В., Эчишвили Э.Э., Пунегов В.В., Мишуков В.П. Ресурсная характеристика *Hypericum perforatum* (*Hypericaceae*) в условиях интродукции (Республика Коми) // Растительные ресурсы. 2009. Вып. 2. С. 48–58.
10. Абрамчук А.В. Влияние сорта на формирование продуктивности зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* L. // Аграрный вестник Урала. 2015. № 3. С. 39–42.
11. Костомаров В.Н., Корниенко С.В. Вегетативное размножение зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) // Международная научная конференция «Современные проблемы интродукции и сохранения биоразнообразия». Воронеж, 2004. С. 286–291.
12. Свиштунова Н.Ю., Тощая С.А., Грязнов М.Ю., Хазиева Ф.М. Влияние различных условий хранения на долговечность семян зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) коллекции ГНУ ВИЛАР // II Научно-практическая конференция «Молодые ученые и фармация XXI века». М., 2014. С. 43.
13. Абышева Л.Н., Беленовская Л.М., Бобылёва Н.С., Быкова О.П., Кондратенкова Т.Д., Кудрова Е.Л., Маркова Л.П., Медведева Л.И., Медведева Н.А., Орлова Т.А., Уличева Г.М. Дикорастущие полезные растения России. СПб., 2001. С. 315–317.
14. Вафула А.М., Вандышев В.В., Пакина Е.Н. Изучение морфологии и химического состава семян *Carica papaya* L. различного происхождения методом ЯМР-спектроскопии // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2014. № 1(18). С. 10–13.

15. Вандышев В.В., Павлова М.Е., Сердечная О.И. и др. Морфолого-анатомическое изучение свежих и высушенных плодов и семян бузины черной (*Sambucus nigra* L.) как возможных источников пищевых и лекарственных веществ // Вестник РУДН. Сер. Агрономия и животноводство. 2013. № 3. С. 13–21.
16. Хомик А.С. Фармакогностическое изучение *Ribes nigrum* L., *Punica granatum* L., *Oenotera biennis* L. и разработка технологий получения субстанций на их основе : автореф. дис. ... канд. фарм. наук. М., 2012. 25 с.
17. Вандышев В.В., Мирошникова Е.А., Конева М.А. Плоды свидины белой (*Swida alba* (L) Opiz) – перспективный источник жирного масла // Вестник РУДН. Сер. Медицина. 2013. № 2. С. 10–14.
18. Езе С.С., Вандышев В.В., Хомик А.С. и др. Масла из цитрусовых Нигерии // Тезисы докладов XVI Российского национального конгресса «Человек и лекарство». М., 2009. С. 665.
19. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М., 2004. 312 с.
20. ГОСТ Р 51096-97. Семена лекарственных и ароматических культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия. М., 1998. 22 с.
21. Жарова О.Г., Шейченко В.И., Сокольская Т.А., Вандышев В.В. Изучение липидов семян конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) // Вестник РУДН. Сер. Медицина. 2008. № 7. С. 609–614.

Поступило в редакцию 8 октября 2016 г.

После переработки 3 декабря 2016 г.

Vandyshv V.V.^{1*}, Babaeva E.Yu.^{1,2}, Goryainov S.V.¹, Korotkikh I.N.² SEEDS OF *HYPERICUM PERFORATUM* L. – PERSPECTIVE EDIBLE OIL RAW MATERIAL

¹ Peoples' Friendship University of Russia, ul. Miklukho-Maklaya, 6, Moscow, 117198 (Russia), e-mail: babaevaelena@mail.ru; Vandyshv2006@mail.ru;

² All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants, ul. Greena, 7, Moscow, 117216 (Russia), e-mail: slavnic241270@yandex.ru

Hypericum perforatum introduced into cultivation long ago. If reserve stock of its seeds didn't use they can be used for other purposes, such as perspective medicinal raw material. Extractive substances from seeds of *Hypericum perforatum* (reproduction of All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants) have been sequentially extracted with n-hexane (lipid complex containing edible oil rich in polyunsaturated acids in an amount about 35,0%); extracted with 95% ethanol (in an amount about 20,0%) and with purified water (in an amount about 2,5%). An amorphous material with about 0,7% amount was isolated from lipid fraction. It is insoluble in acetone. Calculations are given in air-dry raw material. Experiments repeating is triple.

¹H NMR spectroscopy was used for the preliminary study of the composition of triacylglycerols (TAG) in edible oil. Content of α -linoleic acid in the lipid complex is 30%. An analogue of iodine number is 168. The refractive index is $1,4752 \pm 0,001$. Qualitative analysis showed that the aqueous extract of the shrot after extraction and alcohol-lipid complexes is presented flavonoids and condensed tannins. Dispersed composition of the seeds is also studied. 86,4% of the seeds of *Hypericum perforatum* has size of less than 0,5 mm. Morphological features and some technological properties of seeds of *Hypericum perforatum* also have been revealed. Seeds of *Hypericum perforatum* could be interesting as a new type of raw material for essential edible oil.

Keywords: *Hypericum perforatum*, seeds, lipid complex, NMR ¹H spectroscopy, extractive substances.

* Corresponding author.

References

1. Shikov A.N., Makarov V.G., Ryzenkov V.E. *Rastitel'nye masla i maslianye ekstrakty: tekhnologiya, standartizatsiya, svoystva*. [Vegetable oils and oil extracts: technology, standardization, properties]. Moscow, 2004, 264 p. (in Russ.).
2. *Flora Vostochnoi Evropy*. [Flora of Eastern Europe], ed. N.N. Tsvelev. St. Petersburg, 1996, vol. 9, 456 p. (in Russ.).
3. *Gosudarstvennaia farmakopeia SSSR*. [State Pharmacopoeia of the USSR]. Moscow, 1987, vol. 1, 336 p; 1989, vol. 2, 397 p. (in Russ.).
4. *Gosudarstvennyi reestr lekarstvennykh sredstv*. [State Register of Medicines]. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>. (in Russ.).
5. Pronchenko G.E. *Lekarstvennye rastitel'nye sredstva: spravochnik*. [Medicinal herbal remedies: reference book]. Moscow, 2002, 288 p. (in Russ.).
6. *Atlas lekarstvennykh rastenii Rossii*. [The Atlas of Medicinal Plants in Russia]. Moscow, 2006, pp. 122–124. (in Russ.).
7. Semenikhin I.D. *Rekomendatsii po tekhnologii vozdel'yvaniia zverboia prodyriavlennogo v usloviakh Nechernozem'ia, TsChO i stepnykh raionakh Rossii*. [Recommendations on the technology of cultivation of St. John's wort perforated in the conditions of the Non-Black Earth Region, the Central Black Sea Area and the steppe regions of Russia]. Moscow, 1999, 12 p. (in Russ.).
8. Baiandina I.I., Zagurskaia Iu.V., Vasil'ev V.G., Bogatyrev A.L. *VIII Mezhdunarodnyi simpozium «Fenol'nye soedineniia: fundamental'nye i prikladnye aspekty»*. [VIII International Symposium "Phenolic Compounds: Fundamental and Applied Aspects"]. Moscow, 2012, pp. 233–238. (in Russ.).
9. Portniagina N.V., Echishvili E.E., Punegov V.V., Mishurov V.P. *Rastitel'nye resursy*, 2009, no. 2, pp. 48–58. (in Russ.).
10. Abramchuk A.V. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2015, no. 3, pp. 39–42. (in Russ.).
11. Kostomarov V.N., Kornienko S.V. *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia «Sovremennye problemy introduktsii i sokhraneniia bioraznobraziia»*. [International Scientific Conference "Modern Problems of Introduction and Conservation of Biodiversity"]. Voronezh, 2004, pp. 286–291. (in Russ.).
12. Svistunova N.Iu., Totskaia S.A., Griaznov M.Iu., Khazieva F.M. *II Nauchno-prakticheskaya konferentsiia «Molodye uchenye i farmatsiia XXI veka»*. [II Scientific and Practical Conference "Young Scientists and Pharmacy of the 21st Century"]. Moscow, 2014, p. 43. (in Russ.).
13. Aбыsheva L.N., Belenovskaia L.M., Bobyleva N.S., Bykova O.P., Kondratenkova T.D., Kudrova E.L., Markova L.P., Medvedeva L.I., Medvedeva N.A., Orlova T.A., Ulicheva G.M. *Dikorastushchie poleznye rasteniia Rossii*. [Wild plants of Russia]. St. Petersburg, 2001, pp. 315–317. (in Russ.).
14. Vafula A.M., Vandyshev V.V., Pakina E.N. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agro-promyshlennogo kompleksa*, 2014, no. 1(18), pp. 10–13. (in Russ.).
15. Vandyshev V.V., Pavlova M.E., Serdechnaia O.I. i dr. *Vestnik RUDN ser. Agronomiia i zhivotnovodstvo*, 2013, no. 3, pp. 13–21. (in Russ.).
16. Khomik A.S. *Farmakognosticheskoe izuchenie Ribes nigrum L., Punica granatum L., Oenotera biennis L. i razrabotka tekhnologii polucheniia substansii na ikh osnove. Avtoref. dis. ... k. farm. n.* [Pharmacological study of *Ribes nigrum* L., *Punica granatum* L., *Oenotera biennis* L. and development of technologies for obtaining substances based on them. Author's abstract. Dis. Candidate of Pharmaceutical Sciences]. Moscow, 2012, 25 p. (in Russ.).
17. Vandyshev V.V., Miroshnikova E.A., Koneva M.A. *Vestnik RUDN. Seriya Meditsina*, 2013, no. 2, pp. 10–14. (in Russ.).
18. Eze S.S., Vandyshev V.V., Khomik A.S. i dr. *Tezisy dokladov KhVI Rossiiskogo natsional'nogo kongressa «Chelovek i lekarstvo»*. [Theses of the reports of the XVI Russian National Congress "Man and medicine"]. Moscow, 2009, p. 665. (in Russ.).
19. Barykina R.P., Veselova T.D., Deviatov A.G., Dzhililova Kh.Kh., Il'ina G.M., Chubatova N.V. *Spravochnik po botanicheskoi mikrotekhnike. Osnovy i metody*. [Handbook of botanical microtechnology. Fundamentals and methods]. Moscow, 2004, 312 p. (in Russ.).
20. *GOST R 51096-97. Semena lekarstvennykh i aromaticeskikh kul'tur. Sortovye i posevnye kachestva. Tekhnicheskie usloviia*. [GOST R 51096-97. Seeds of medicinal and aromatic cultures. Varietal and sowing qualities. Technical conditions]. Moscow, 1998, 22 p. (in Russ.).
21. Zharova O.G., Sheichenko V.I., Sokol'skaia T.A., Vandyshev V.V. *Vestnik RUDN. Ser. Meditsina*. 2008, no. 7, pp. 609–614. (in Russ.).

Received October 8, 2016

Revised December 3, 2016