

ИССЛЕДОВАНИЕ ТСХ-ПРОФИЛЯ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIPPORHAE RHAMNOIDES L.*) РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ

М. А. Рудая, О. В. Тринеева, А. И. Сливкин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Поступила в редакцию 30.04.2021 г.

Аннотация. Лекарственное растительное сырье (ЛРС) является важнейшим ресурсом для производства фитопрепаратов. Широкий спектр фармакологической активности ЛРС обусловлен наличием в нем уникального комплекса биологически активных веществ (БАВ). В растительных объектах жирорастворимые витамины (ЖРВ) могут находиться в различных формах: для витамина D - эргокальциферол (D₂), в группе токоферолов - α-токоферол и его полиненасыщенный гомолог токотриенол. Контроль за содержанием в растительных объектах данных соединений является важнейшей задачей, т.к. витаминная недостаточность ведет к ослаблению защитных сил и общей сопротивляемости организма. Одним из наиболее оптимальных способов идентификации БАВ в ЛРС считается метод тонкослойной хроматографии (ТСХ), характеризующийся достаточностью экспрессностью и простотой выполнения.

Одним из ценнейших источников БАВ являются плоды облепихи крушиновидной (ОК) (*Hipporhæ rhamnoides L.*). Плоды данного растения издавна используются как в народной, так и в официальной медицине. Широкое распространение облепиха получила благодаря своим ранозаживляющим свойствам, способности снижать секрецию желудочного сока, а также препятствию развитию атеросклероза и возрастной дегенерации макулы. Плоды ОК богаты аминокислотами, органическими кислотами, сахарами, флавоноидами, каротиноидами и витаминами, среди которых ЖРВ составляют значительную часть липофильной фракции. В настоящее время стандартизация плодов ОК проводится по сумме каротиноидов в пересчете на β-каротин, в то время как другие группы БАВ не подвергаются стандартизации. Целью данного исследования являлось определение жирорастворимых витаминов в плодах ОК десяти различных сортов («Столичная», «Галерит», «Рябиновая», «Ботаническая любительская», «Ботаническая», «Трофимовская», «Студенческая», «Ботаническая ароматная», «Краснокарминовая», «Нивелена») методом тонкослойной хроматографии.

В данной работе изучен ТСХ-профиль ЖРВ высушенных плодов ОК десяти различных сортов. Подобраны оптимальные условия хроматографирования, в результате чего получено разделение шести хроматографических зон, из которых в сравнении с достоверными стандартными образцами было идентифицировано две зоны – витаминов E и D₂. Установлено, что вид хроматограмм для всех изученных сортов идентичен. Полученный ТСХ-профиль извлечений может быть использован с целью определения подлинности и доброкачественности ЛРС данного вида.

Ключевые слова: облепиха крушиновидная, тонкослойная хроматография, жирорастворимые витамины, лекарственное растительное сырье.

Научные исследования последних десятилетий направлены на поиск и изучение перспективных источников ценных биологически активных веществ (БАВ). Лекарственное растительное сырье (ЛРС) является важнейшим ресурсом для производства фитопрепаратов. Широкий спектр фармакологической активности ЛРС обусловлен наличием в нем уникального комплекса БАВ. Хи-

мический состав растительных препаратов отличается своей многокомпонентностью и широким спектром фармакологической активности. Помимо воздействия БАВ на патологический процесс, комплекс данных соединений способен выступать в качестве регулятора других систем, обеспечивающих защитные функции организма [1].

Одним из самых распространенных путей поступления необходимых нутриентов в организм является прием витаминно-минеральных комплексов. Широким диапазоном действия обладает

группа жирорастворимых витаминов (ЖРВ), которые являются предшественниками коферментов, участвуют в регуляции различных ферментативных реакций, защищают ткани организма от свободно-радикального окисления и содействуют процессам усваивания питательных веществ [2,3]. В растительных объектах ЖРВ могут находиться в различных формах. Так для витамина D наиболее активной формой присутствия выступает эргокальциферол (D_2), а в группе токоферолов самой активной формой считается α -токоферол и его полиненасыщенный гомолог токотриенол [4-7].

Контроль за содержанием в растительных объектах данных соединений является важнейшей задачей, т.к. витаминная недостаточность ведет к ослаблению защитных сил и общей сопротивляемости организма [8]. Одним из наиболее оптимальных способов идентификации БАВ в ЛРС считается метод тонкослойной хроматографии (ТСХ), характеризующийся достаточностью экспрессностью и простотой выполнения [6-9].

Особенная роль среди многообразия растительных источников, произрастающих на территории России и Азии [10,11], отводится облепихе крушиновидной (ОК) (*Hippophae rhamnoides L.*). Плоды данного растения содержат жирное масло, каротиноиды, органические кислоты, флавоноиды, сахара, аминокислоты, фенолоксилоиды, дубильные вещества, витамины [12]. Плоды ОК и жирное масло, полученное на их основе, используются для лечения и ускорения заживления ран, снижения секреции желудочного сока, понижения уровня холестерина и препятствия развития атеросклероза. Облепиха является одним из лидеров по содержанию витаминов. В ее составе имеются витамины группы В, К, РР, С, Е и провитамин D – β -ситостерин [13,14].

Данный вид ЛРС в фармацевтической промышленности используется в основном для производства облепихового масла и препаратов на его основе. Отходы производства практически не вовлечены в процесс извлечения БАВ, широко используясь в животноводстве в качестве премиксов к кормам. Таким образом, лечебный и профилактический потенциал данного растения реализуется не полностью [15].

В настоящее время стандартизация плодов данного растения проводится в соответствии с устаревшими требованиями нормативной документации (ТУ 64-472-88 для сухих плодов, ВФС 42-1741-87 для свежих плодов) [16]. Государственная фармакопея XIV Российской Федерации не содержит фармакопейную статью (ФС) на данный вид сырья, в ведущих зарубежных фармако-

педях ФС также отсутствуют [17-19]. В связи с этим многосторонние исследования, направленные на изучение химического состава данного растения, а также влияния различных факторов (сортовая принадлежность, условия культивирования и особенности заготовки и консервации ЛРС) на накопление БАВ являются весьма актуальными.

Целью данного исследования являлось определение жирорастворимых витаминов в плодах ОК десяти различных сортов методом тонкослойной хроматографии.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Объектами исследования являлись плоды высушенного растения ОК десяти различных сортов («Столичная», «Галерит», «Рябиновая», «Ботаническая любительская», «Ботаническая», «Трофимовская», «Студенческая», «Ботаническая ароматная», «Краснокарминовая», «Нивелена»), заготовленные на территории Ботанического сада биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет» им. М.В. Ломоносова в сентябре 2018 года согласно правилам заготовки ЛРС. Сушку плодов производили при температуре 60°C до остаточной влажности не более 14%.

Получение извлечения проводили в соответствии с методикой [20], используя в качестве растворителя спирт этиловый 95%. Согласно исследованиям авторов [20], наилучшее разделение ЖРВ наблюдалось при использовании хроматографической системы гексан – хлороформ (3:1), оптимальным детектирующим реагентом являлся 5% спиртовой раствор фосфорномолибденовой кислоты (ФМК). Разделение витаминов проводили с использованием хроматографических пластин марки «Sorbfil» ПТСХ-АФ-А размером 10x10 см. Параллельно на стартовую линию пластинки наносили 10 мкл спиртового раствора β -каротина с содержанием 1 мг/мл и по 0.5 мкл спиртовых растворов витаминов Е и D_2 с содержанием 10 мг/мл и 0.035 мг/мл соответственно (осуществляли хроматографирование стандартных растворов эргокальциферола (ФСП 42-0008018000); β -каротина (ВФС 42-3128-98) и токоферола ацетата (ФС 42-7843-97)). Пробы наносили при помощи микрошприцев объемом 1 и 10 мкл (МШ-1, МШ-10, Россия). Для приготовления элюента были использованы растворители марки х.ч. (ЗАО «Вектон», СПб, Россия).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На первом этапе исследования проводилось определение оптимального объема наносимой про-

бы. Полученное извлечение наносилось в диапазоне от 5 до 40 мкл. Объем пробы 5-10 мкл приводил к появлению хроматографических зон очень слабой интенсивности. При нанесении 20-30 мкл пробы – зоны на хроматограммах становились более четкими и контрастными, а также увеличивалось их количество в рамках одного трека. При достижении объема наносимой пробы 40 мкл происходило слияние зон витаминов, разделение и идентификация затруднялись. Таким образом, было установлено, что наилучшее разделение наблюдается при нанесении объема пробы 30 мкл (табл. 1). В результате были получены хроматограммы с темно-синими пятнами ЖРВ на желто-зелёном фоне, схема которых представлена на рис. 1.

Таблица 1

Разделение зон на хроматограмме извлечения из высушенных плодов ОК на примере сорта «Галерит»

Величина R_f хроматографических зон ± 0.02	Объем наносимой пробы, мкл				
	5	10	20	30	40
	0.04	0.04	0.13	0.12	0.13
	0.07	0.06	0.17	0.17	0.18
	0.17	0.12	0.23	0.23	0.25
	0.23	0.016	0.45	0.47	0.51
	0.43	0.24	0.59	0.56	-
	-	0.43	0.77	0.78	-

На следующем этапе исследования проводилось изучение профиля витаминов высушенных плодов ОК десяти различных сортов. Были получены хроматограммы, на которых определялось шесть четко выраженных зон. Результаты изучения ТСХ-профиля ЖРВ плодов ОК различных сортов представлены в табл. 2.

Для идентификации полученных зон были использованы данные, полученные при хроматографировании стандартных образцов ЖРВ (табл. 3).

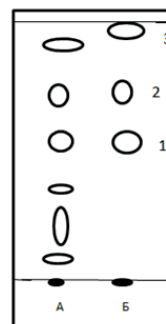


Рис. 1. Схема хроматограммы извлечения (А) из высушенных плодов ОК на примере сорта «Краснокарминовая» после проявления 5% спиртовым раствором ФМК и смеси стандартных образцов ЖРВ (Б) (1 -эргокальциферол, 2 -токоферола ацетат, 3 - β -каротин)

Полученные экспериментальные данные были использованы для расчета основных параметров эффективности хроматографического разделения в тонком слое сорбента. Для каждой полученной хроматографической зоны были рассчитаны коэффициенты распределения (К), селективности сорбции (L) и величина R_s . Общеизвестно, что условия хроматографирования значительно влияют на экспериментально определяемые значения R_f . Необходимо проведение сравнительного анализа величин R_f со стандартными образцами, что позволит проводить идентификацию витаминов в ЛРС. Установление величины R_s используется для более точной оценки хроматографической подвижности. Данное значение представляет собой отношение величины R_f одного вещества к величине R_f другого вещества, принятого за стандарт [19]. В качестве стандарта был принят токоферола ацетат, который, во-первых, был обнаружен во

Таблица 2

Результаты изучения ТСХ-профиля ЖРВ плодов ОК различных сортов

Величины $R_f \pm 0.02$ полученных хроматографических зон	Наименование сорта				
	Столичная	Галерит	Рябиновая	Ботаническая любительская	Ботаническая
	0.11	0.12	0.12	0.09	0.12
	0.19	0.22	0.17	0.19	0.20
	0.40	0.33	0.36	0.38	0.42
	0.68	0.61	0.58	0.61	0.66
	0.79	0.74	0.71	0.75	0.79
	0.88	0.86	0.84	0.85	0.87
	Трофимовская	Студенческая	Ботаническая ароматная	Краснокарминовая	Нивелена
	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09
	0.18	0.20	0.17	0.16	0.20
	0.39	0.37	0.37	0.37	0.48
	0.67	0.59	0.60	0.64	0.67
	0.78	0.75	0.75	0.78	0.79
	0.88	0.87	0.89	0.89	0.89

всех исследуемых объектах, а во-вторых, в отличие от эргокальциферола и β -каротина, наименее чувствительный к действию факторов внешней среды, в виду защиты фенольного гидроксила ацетатной группой. В табл. 4 представлены значения величин R_f для ЖРВ, которые были выявлены на хроматограммах изучаемых извлечений.

Таблица 3
Величины R_f стандартных образцов ЖРВ

№ п/п	ЖРВ	R_f
1	Эргокальциферол	0.65±0.03
2	Токоферола ацетат	0.78±0.02
3	β -каротин	0.99±0.01

Таблица 4
Результаты изучения ТСХ-профиля ЖРВ высушенных плодов ОК различных сортов (на примере сорта «Краснокарминовая»)

№ трека п/п	Величина $R_f \pm 0.02$	Величина R_s	К	$L = K_1/K_2$
1	0.09	0.12	10.11	1.92 3.09 3.03 2.00 2.33
2	0.16	0.21	5.25	
3	0.37	0.48	1.70	
4	0.64	0.82	0.56	
5	0.78	1.00	0.28	
6	0.89	1.14	0.12	

В использованной элюирующей системе наблюдается удовлетворительное разделение хроматографических зон, т.к. значение селективности сорбции больше единицы (табл. 4), что позволяет использовать ее для стандартизации и оценки качества ЛРС, содержащего жирное масло или значительную долю БАВ липольной фракции.

Анализ полученных данных свидетельствует об идентичности полученного ТСХ-профиля ЖРВ высушенных плодов ОК 10 различных изученных сортов. На хроматограммах извлечений можно наблюдать шесть хроматографических зон, среди которых с помощью стандартных образцов идентифицированы две зоны ЖРВ - витамина D_2 и витамина Е, что свидетельствует об их присутствии в высушенных плодах ОК. ТСХ-профиль ЖРВ может быть использован с целью идентификации и оценки доброкачественности данного вида ЛРС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучен ТСХ-профиль ЖРВ высушенных плодов десяти различных сортов ОК. Полученные в результате эксперимента данные свидетельствуют об идентичности ТСХ-профилей ЖРВ для высушенных плодов ОК различных сортов. Определены оптимальные параметры хроматографирования, при которых получено удовлетворительное разделение шести

хроматографических зон. В исследуемых высушенных плодах ОК различных сортов присутствуют ЖРВ - Е и D_2 , идентифицированные в сравнении с достоверными стандартными образцами. Полученный ТСХ-профиль извлечений может быть использован с целью определения подлинности и доброкачественности ЛРС данного вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дышлюк Л.С., Каширских Е.В., Носкова С.Ю., Пискаева А.И., Изгарышев А.В., Гармашов С.Ю. // Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 43, №4. С. 12-21.
2. Пронзуа А.А., Цуцупа Т.А., Мазина А.В. Кормоведение: теория и практика. М.: Изд-во Триумф, 2019. 248 с.
3. Бородина Е.В., Китаева Т.А., Сафонова Е.Ф., Селеменев В.Ф., Назарова А.А. // Журнал аналитической химии химии. 2007. Т. 62., № 11. С. 1181-1185.
4. Захарова И.Н., Дмитриева Ю.А., Яблочкова С.В. // Вестник Алматинского государственного института усовершенствования врачей. 2013. №2. С. 27-31.
5. Тринеева О.В. // Вестник Воронежского государственного университета. 2013. №1. С. 212-224.
6. Романов О.Е., Будинова С.В., Штыков С.Н. // Сорбционные и хроматографические процессы. 2014. Т.14, №4. С. 563-571.
7. Востоков В.М., Карташов В.Р. // Известия высших учебных заведений. Сер. Химия и химическая технология. 2006. Т.49, №4. С. 115-118.
8. Конь И.Я., Тоболева М.А., Коростелева М.М. // Вопросы детской диетологии. 2008. Т.6, №5. С. 74-76.
9. Кабиров Г.Ф., Кадырова Р.Г., Муллахметов Р.Р. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2011. Т. 205. С. 88-94.
10. Букштынова А.Д. Облепиха. М.: Лесная промышленность, 1978. 192 с.
11. Rajchal R. Seabuckthorn (*Hippophae salicifolia*) Management Guide. The Rufford small grants for nature conservation . 2009. 45 p.
12. Бателло К. Цветущие уголки биоразнообразия: сохранение генетических ресурсов и их использование в традиционных системах производства продовольствия, предназначенных для малых хозяйств Южного Кавказа. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, 2011. 359 с.

13. Касенов А.Л., Амирханов К.Ж., Какимов М.М., Тохтаров Ж.Х., Муратжанкызы Н. // Вестник Алматинского технологического университета. 2016. №2. С. 14-18.

14. Быков И.И., Компанцев Д.В., Привалов И.М. // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2017. Т.16, №2. С. 170-180.

15. Богачева Н.Г., Кокушкина Н.П., Сокольская Т.А. // Фармация. 2001. № 1. С. 27-29.

16. Государственная фармакопея Российской Федерации. - XIII изд. - Режим доступа: <http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online>.

17. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Т. II. Минск, 2007. С. 387-388.

18. Государственная фармакопея Российской Федерации. – XIV изд. – Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopoea.php>

19. Тринева О.В. Комплексное исследование содержания и специфического профиля биологически активных веществ плодов облепихи крушиновидной: монография. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. 224 с.

20. Тринева О.В., Сафонова Е.Ф., Сливкин А.И. // Сорбционные и хроматографические процессы. 2015. Т.15, № 1. С. 42-50.

Воронежский государственный университет

**Тринева О. В., доктор фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета*

E-mail: trineevaov@mail.ru

Voronezh State University

**Trineeva O. V., PhD., DSci., Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology of the Pharmaceutical Faculty*

E-mail: trineevaov@mail.ru

Рудая М. А., преподаватель кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета

E-mail: margaritkazmin@yandex.ru

Rudaya M. A., teacher of Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology at the Faculty of Pharmacy

E-mail: margaritkazmin@yandex.ru

Сливкин А. И., доктор фарм. наук, профессор, зав. кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии, декан фармацевтического факультета

E-mail: slivkin@pharmvsu.ru

Slivkin A. I., PhD., DSci., Full Professor, Head. Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology, Dean of the Pharmaceutical Faculty

E-mail: slivkin@pharmvsu.ru

STUDY OF THE TLC PROFILE OF FAT-SOLUBLE VITAMINS IN FRUITS OF SEA BUCKTHORN (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.) OF VARIOUS VARIETIES

O. V. Trineeva, M. A. Rudaya, A. I. Slivkin

Abstract. Medicinal plant raw materials (MPRM) are the most important resource for the production of phytopreparations. A wide range of pharmacological activity of medicinal plant raw materials is due to the presence of a unique complex of biologically active substances (BAS) in it. In plant objects, fat-soluble vitamins (FSV) can be found in various forms: for vitamin D - ergocalciferol (D₂), in the group of tocopherols - α -tocopherol and its polyunsaturated homologue tocotrienol. Control over the content of these compounds in plant objects is the most important task, because vitamin deficiency leads to a weakening of the defenses and general resistance of the body. One of the most optimal ways to identify BAS in medicinal product is the method of thin layer chromatography (TLC), which is characterized by the sufficiency of rapidity and ease of implementation.

One of the most valuable sources of BAS is the fruits of sea buckthorn (SB) (*Hippophae rhamnoides* L.). The fruits of this plant have long been used in both folk and official medicine. SB has become widespread due to its wound-healing properties, the ability to reduce the secretion of gastric juice, as well as to prevent the development of atherosclerosis and age-related macular degeneration. SB fruits are rich in amino acids, organic acids, sugars, flavonoids, carotenoids, and vitamins, among which MPRM constitute a significant part of the lipophilic fraction. Currently, the standardization of SB fruits is carried out according

to the amount of carotenoids in terms of β -carotene, while other groups of BAS are not standardized. The purpose of this study was to determine the FSV in the fruits of ten different varieties of SB («Stolichnaya», «Galerit», «Ryabinovaya», «Botanicheskaya Amateur», «Botanicheskaya», «Trofimovskaya», «Student», «Botanicheskaya aromatnaya», «Krasnokarminovaya», «Nivelen») by TLC.

In this work, we studied the TLC profile of the MPRM of dried fruits of SB of ten different varieties. The optimal conditions for chromatography were selected, as a result of which the separation of six chromatographic zones was obtained, from which, in comparison with reliable standard samples, two zones were identified - vitamins E and D₂. It was found that the type of chromatograms for all studied varieties is identical. The obtained TLC profile of extracts can be used to determine the authenticity and good quality of MPRM of this type.

Keywords: sea buckthorn, thin-layer chromatography, fat-soluble vitamins, medicinal plant raw materials.

REFERENCES

1. Dyshlyuk L.S., Kashirskih E.V., Noskova S.YU., Piskaeva A.I., Izgaryshev A.V., Garmashov S.YU., *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*, 2016, Vol.43, No.4, pp. 12-21.
2. Pronzua A.A., Cucupa T.A., Mazina A.V., *Kormovedenie: teoriya i praktika*, Moscow, 2019, 248 p.
3. Borodina E.V., Kitaeva T.A., Safonova E.F., Selemenev V.F., Nazarova A.A., *Zhurnal analiticheskoy himii himii*, 2007, Vol. 62, No.11, pp. 1181-1185.
4. Zaharova I.N., Dmitrieva YU.A., YAblochkova S.V., *Vestnik Almatinskogo gosudarstvennogo instituta usovershenstvovaniya vrachej*, 2013, No.2, pp. 27-31.
5. Trineeva O.V., *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, No.1, pp. 212-224.
6. Romanov O.E., Budinova S.V., SHtykov S.N., 2014, Vol.14, No.4, pp. 563-571.
7. Vostokov V.M., Kartashov V.R., *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Ser. Himiya i himicheskaya tekhnologiya*, 2006, Vol.49, No.4, pp. 115-118.
8. Kon' I.YA., Toboleva M.A., Korosteleva M.M., *Voprosy detskoj dietologii*, 2008, Vol.6, No.5, pp. 74-76.
9. Kabirov G.F., Kadyrova R.G., Mullahmetov R.R., *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana*, 2011, Vol. 205, pp. 88-94.
10. Bukshtynova A.D. *Oblepiha*, Moscow, 1978, 192 p.
11. Rajchal R. *Seabuckthorn (Hippophae salicifolia) Management Guide. The Rufford small grants for nature conservation*, 2009, 45 p.
12. Batello K. *Cvetushchie ugolki bioraznობრაზიყა: sohranenie geneticheskikh resursov i ih ispol'zovanie v tradicionnyh sistemah proizvodstva prodovol'stviya, prednaznachennyh dlya malyh hozyajstv YUzhnogo Kavkaza*. Rome: *Prodovol'stvennaya i sel'skohozyajstvennaya organizaciya Ob"edinennyh Nacij*, 2011, 359 p.
13. Kasenov A.L., Amirhanov K.ZH., Kakimov M.M., Tohtarov ZH.H., Muratzhankyzy N., *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2016, No.2, pp. 14-18.
14. Bykov I.I., Kompancev D.V., Privalov I.M., *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*, 2017, Vol. 16, No 2, pp. 170-180.
15. Bogacheva N.G., Kokushkina N.P., Sokol'skaya T.A., *Farmaciya*, 2001, No. 1, pp. 27-29.
16. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. - XIII izd. - Rezhim dostupa: [http:// pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online](http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online)*.
17. *Gosudarstvennaya farmakopeya Respubliki Belarus'. T. II. Minsk, 2007. pp. 387-388*.
18. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. – XIV izd. – Rezhim dostupa: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>*
19. Trineeva O.V. *Kompleksnoe issledovanie soderzhaniya i specificheskogo profilya biologicheski aktivnyh veshchestv plodov oblepihi krushinovidnoj: monografiya, Voronezh: Izdatel'skij dom VGU, 2016. 224p.*
20. Trineeva O.V., Safonova E.F., Slivkin A.I., *Sorbcionnye i hromatograficheskie process*, 2015, Vol.15, No 1, pp. 42-50.