ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ЖМЫХЕ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ

Круть У.А., кандидат биологических наук,

Олейникова И.И., кандидат педагогических наук,

Винник Д.А.,

Радченко А.И.,

Кузубова Е.В.,

Шайдорова Г.М.,

Белгородский государственный научный исследовательский университет

Аннотация: *облепиха крушиновидная – это уникальное растение, о лечебных свойствах которого известно еще с древности. Наибольшую ценность в медицинской практике представляет продукт переработки плодов этого растения – облепиховое масло. На сегодняшний день существует проблема утилизации жмыха после получения масла методом холодного отжима. Органические кислоты, содержащиеся в плодах облепихи являются водорастворимыми, поэтому в полученное масло экстрагируется их минимальное количество, а вся основная часть остается в жмыхе. Органические кислоты являются незаменимыми элементами, необходимыми для нормальной жизнедеятельности организма человека, исследование их состава в жмыхе в дальнейшем позволило бы обосновать его использование в качестве вторичного сырья для различных отраслей промышленности. Таким образом, целью нашего исследования было изучение химического состава органических кислот в жмыхе облепихи крушиновидной методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что содержание органических кислот в жмыхе довольно высоко. В связи с чем наиболее рациональным решением будет являться реализация безотходного производства облепихового масла, предполагающая использование оставшегося сырья (жмыха) в качестве вторичного сырья для различных отраслей промышленности.*

Ключевые слова: *облепиха крушиновидная, масло холодного отжима, органические кислоты, безотходное производство*

RESEARCH OF THE COMPOSITION OF ORGANIC ACIDS IN THE THE FRUIT PRESS CAKE OF SEA BUCKTHORN CRUSHINOID

Krut U.A., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Oleynikova I.I., Candidate of Pedagogic Sciences (Ph.D.),
Vinnik D.A.,
Radchenko A.I.,
Kuzubova E.V.,
Shaidorova G.M.,
Belgorod State National Research University

Abstract: *sea buckthorn is a unique plant, the medicinal properties of which have been known since antiquity. The greatest value in medical practice is the product of processing the fruits of this plant - sea buckthorn oil. Today there is a problem of press cake utilization after receiving oil by cold pressing method. The organic acids contained in the sea buckthorn fruits are water-soluble, therefore, a minimum amount of them is extracted into the resulting oil, and the entire main part remains in the cake. Organic acids are indispensable elements necessary for the normal functioning of the human body, the study of their composition in the cake would later justify its use as a secondary raw material for various industries. Thus, the purpose of our study was to study the chemical composition of organic acids in sea buckthorn cake by high performance liquid chromatography. Based on the data obtained, it can be concluded that the content of organic acids in the cake is quite high. In this connection, the most rational solution would be the implementation of waste-free production of sea buckthorn oil, involving the use of the remaining raw materials as secondary raw materials for various industries.*

Keywords: *sea buckthorn, cold-pressed oil, organic acids, waste-free production*

Облепиха крушиновидная (Hippophae rhamnoides) – это уникальное растение, о лечебных свойствах которого известно еще с древности. Наибольшую ценность в медицинской практике представляет продукт переработки плодов этого растения – облепиховое масло. Благодаря разнообразному химическому составу данный лекарственный препарат обладает ранозаживляющим, противовоспалительным, антисептическим, обволакивающим и ранозаживляющим действием. Активно применяется в пищевой, фармацевтической промышленности, в т.ч. в производстве биологически активных добавок, является источником сырья для производства продуктов диетического и лечебно-профилактического питания [2].

Химический состав включает в себя: низшие сахара 3,5-6,0% (фруктоза, глюкоза), органические кислоты (щавелевая, винная, яблочная, L-аспарагиновая, фумаровая), в том числе жирные кислоты (линолевая и олеиновая). Также облепиха является ценным источником витаминов группы В, витаминов Е, К, А, С, РР, каротиноидов, флавоноидов, дубильных веществ и фосфолипидов. Особенно важное значение имеет витамин С, по содержанию которого облепиха превосходит многие плодово-ягодные культуры [6].

Из минеральных веществ обнаружены 15 микроэлементов: калий, кальций, магний, натрий, железо, марганец, молибден, кремний, титан, бор, цинк, сера, алюминий, никель, стронций.

Наиболее ценными компонентами, обуславливающим лечебно-профилактические свойства облепихи, являются фитостерины, обладающие антисклеротическими свойствами. Преимущественно встречаются β – ситостерин (29,4%), β – амирин (13,4%), α – амирин (10,8%) и цитростадиенол (8,9%) [3].

Особое место занимает входящий в состав полифенольный комплекс, представленный флавонолами, лейкоантноцианами, катехинами и дубильными веществами – производными галловой кислоты. Из суммарного количества флавоноидов на долю катехинов приходится в среднем 42-45%, лейкоантоцианов – 38-40%, флавонолов – 16-20%, из них рутин 1,55-3,65%, кверцетин – 2,90%, изоманетин – 0,37%, кемпферол – 0,43-5,46%, мирецитин – 2,71-16,20% [10].

Каротиноиды выступают исходным материалом для синтеза человеческим организмом ретинола ацетата – витаминного вещества, необходимого для нормального функционирования органов зрения в условиях плохого освещения. Наружно эти соединения ускоряют процесс заживления ран, также придают средству характерный насыщенный оттенок, из-за которого в старину продукт называли «красным маслом» [5].

Фитостеролы снимают воспаления, стимулируют синтез молекул коллагена, за счет чего дерма становится упругой, приобретает эластичность. Помимо этого, они ведут конкуренцию с вредным холестерином, что приводит к снижению концентрации нежелательных молекул.

Токоферола ацетат является мощнейшим антиоксидантом и необходим для ухода за кожей любого возраста, аскорбиновая кислота является материалом для синтеза коллагена, важнейшего строительного белка. Сниженная концентрация коллагена приводит к появлению морщин, ухудшению структуры прядей, ломкости ногтей.

Витамин С оказывает стимулирующее действие на иммунную систему человека, помогает организму восстанавливать силы в период протекания простудной или вирусной инфекции [1].

Облепиховое масло представляет собой маслянистую жидкость оранжево-красного цвета с характерным вкусом и запахом [4]. Качественный состав масла во многом определяется методом его получения. Существует три основных метода получения растительного масла: горячий отжим, холодный отжим и экстракция.

Наиболее распространенными методами получения облепихового масла являются отжимы. Метод получения масла горячего отжима имеет ряд недостатков: плоды при термической обработке не могут полностью отдать маслу все питательные и полезные вещества, т.к. при получении происходит нагревание жмыха, что способствует ферментации и переходу в неактивное состояние большинства биологически активных веществ, в связи с чем его полезные свойства снижаются [9].

Холодный отжим, наоборот, обеспечивает наиболее полный переход всех биологически активных веществ растительных семян в масло за счет отсутствия в своей технологии термической стадии. То есть, получение масла осуществляется непосредственно сразу путем прессования сырья. При этом температура даже от самостоятельного нагрева не поднимается выше 40°C. В результате мы получаем продукт более высокого качества за счет сохранения всех характеристик исходного сырья, в том числе его биохимического состава: витаминов, ферментов, аминокислот и что самое важное полиненасыщенных жирных кислот. Итоговый продукт имеет более светлый цвет, меньшую вязкость, приятнее вкус [4].

Облепиховое масло применяют в виде собственно облепихового масла для внутреннего, наружного и местного применения, или же капсулах. Его можно принимать внутрь при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. Местно при кольпите, эрозии шейки матки, наружном геморрое, трещинах прямой кишки применяют в виде тампонов, обильно пропитанных облепиховым маслом. При поражениях кожи в виде масляных повязок, примочек.

Ректальные суппозитории с облепиховым маслом применяют в проктологической практике при геморрое, трещинах и язвах прямой кишки, проктитах, после реконструктивных операций на толстом кишечнике, при лучевых поражениях слизистой оболочки нижних отделов толстого кишечника [8].

Также облепиховое масло холодного отжима является одной из составляющих комбинированного препарата «Гипозоль», в состав которого также входят сульфаэтидол, диоксометилтетрагидропиримидин (метилурацил). Выпускается данная лекарственная форма в виде аэрозоля для местного применения, оказывающего местное противовоспалительное, антисептическое, регенерирующее действие [10].

Аэрозоль для наружного применения «Олазоль» с бензокаином, борной кислотой, хлорамфениколом применяется в качестве ранозаживляющего средства.

Облепиховое масло является одним из действующих веществ препарата «Стомафлор», представляющего собой мазь для местного применения, оказывающую репаративное, противовоспалительное действие. Основными показаниями к применению являются гингивиты и болезни пародонта [8].

Помимо всего прочего, облепиховое масло входит в состав многих косметических средств по уходу за волосами (шампуни, бальзамы, маски), лицом (скрабы, тоники, помады) и телом (гели для душа, мыла, масла) и активно применяется в космецевтике.

Однако на сегодняшний день существует актуальная проблема утилизации жмыха после получения масла методом холодного отжима. Органические кислоты, содержащиеся в плодах облепихи являются водорастворимыми, поэтому в полученное масло экстрагируется их минимальное количество, а вся основная часть остается в жмыхе.

Нами были проведены исследования по содержанию органических кислот при помощи метода ВЭЖХ. Для приготовления раствора подвижной фазы смешивали 2,5 мл ацетонитрила, 0,5 мл фосфорной кислоты, 2,5 мл этанола, 495 мл воды, pH раствора = 2,0. Поток подвижной фазы = 0,7 мл/мин, длина волны детектора = 210 нм, температура проб = 25°C, температура в колонке = 30°C. Приготовление пробы для анализа: раствор №1 – стандарт органических кислот, раствор №2 – 0,2 г сушенных плодов облепихи крушиновидной в 10 мл воды, раствор №3 – 0,2 г жмыха, образовавшегося после получения масла холодного отжима в 10 мл воды. Проводили хроматографическое определение каждого образца в течении 20 минут. Результат раствора-стандарта представлен на рис. 1 и табл. 1.

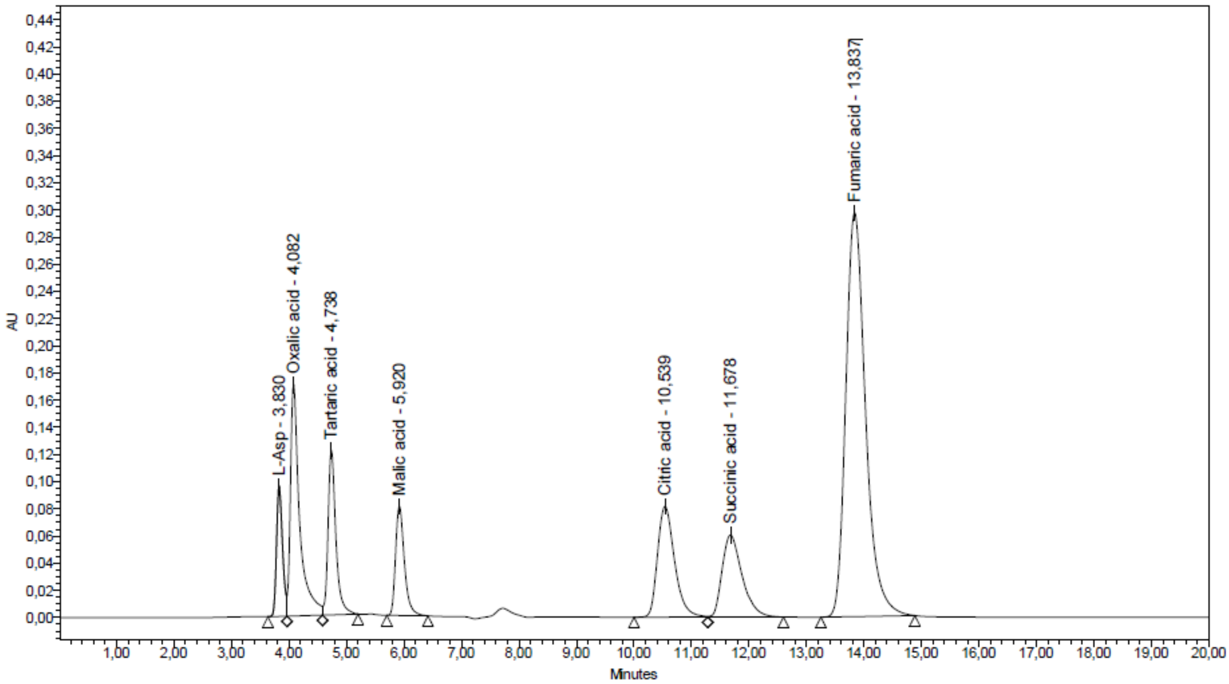

Рис. 1. ВЭЖХ определение раствора-стандарта органических кислот

Таблица 1

Содержание органических кислот в растворе-стандарте (образец №1)

№ п/п	Название кислоты	Удерживание	Площадь	%, площадь	Высота	Концентрация мг/мл
1	L-аспарагиновая кислота	3,830	702143	4,73	9579	2.760
2	Щавелевая кислота	4,082	1897795	12,79	170325	0.470
3	Винная кислота	4,738	1145830	7,72	121517	1.565
4	Яблочная кислота	5,920	857937	5,78	80680	2.355
5	Лимонная кислота	10,539	1677914	11,31	81586	3.505
6	Янтарная кислота	11,678	1456431	9,82	60426	5.910
7	Фумаровая кислота	13,837	7095353	47,83	297534	0.145

На основе проведенных исследований можно судить о количестве органических кислот в сырье облепихи крушиновидной и в жмыхе, оставшемся после получения масла холодного отжима (рис. 2, табл. 2).

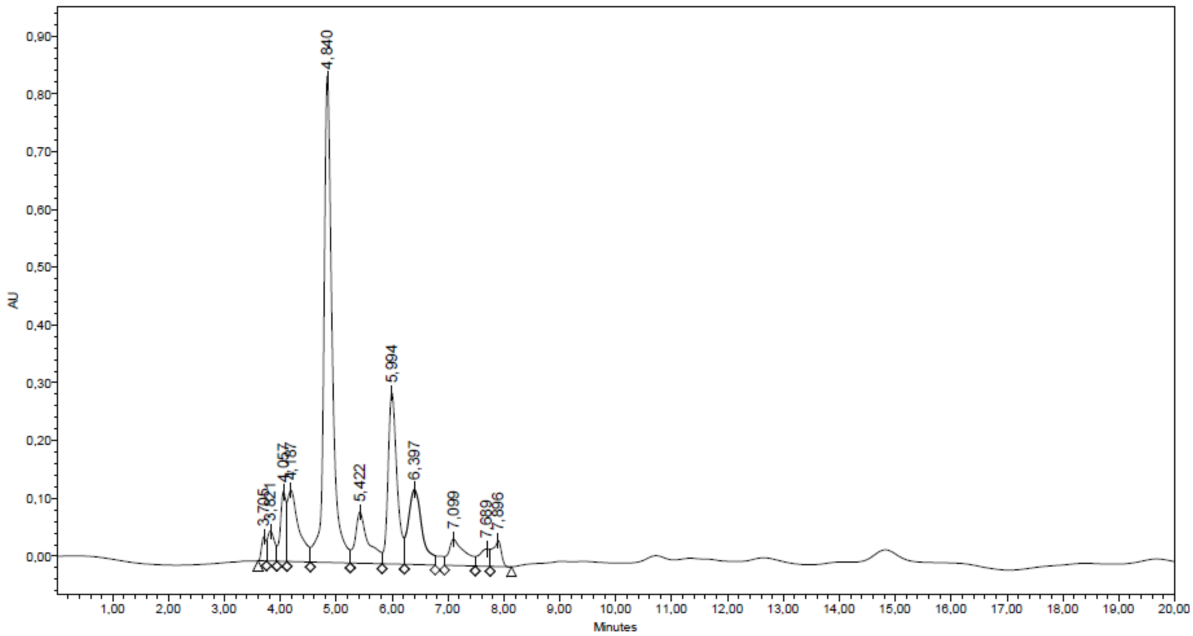

Рис. 2. ВЭЖХ определение раствора №2

Таблица 2

Содержание органических кислот в водном экстракте сухих плодов облепихи крушиновидной (образец №2)

№ п/п	Название кислоты	Удерживание	Площадь	%, площадь	Высота	Концентрация мг/мл
1		3,705	220965	1,06	41515	
2	L-аспарагиновая кислота	3,821	456208	2,20	52119	1,79
3	Щавелевая кислота	4,057	883560	4,26	121411	0,22
4		4,187	1727740	8,33	123522	
5	Винная кислота	4,840	8749363	42,17	844417	11,95
6		5,422	1446473	6,97	88681	
7	Яблочная кислота	5,994	3293748	15,87	295976	9,04
8		6,397	2203541	10,62	129808	
9		7,099	899596	4,34	45673	
10		7,689	390651	1,88	29952	
11		7,896	477679	2,30	44786	

На основании результатов представленных выше можно сделать вывод о том, что в сухих плодах облепихи крушиновидной содержится 1,79 мг/мл L-аспарагиновой кислоты, 0,22 мг/мл щавелевой кислоты, 11,95 мг/мл винной кислоты, а также 9,04 мг/мл яблочной кислоты.

Следующим этапом является определение содержания органических кислот в водном экстракте жмыха облепихи крушиновидной (образец №3). Результаты исследования представлены на рис. 3 и в табл. 3.

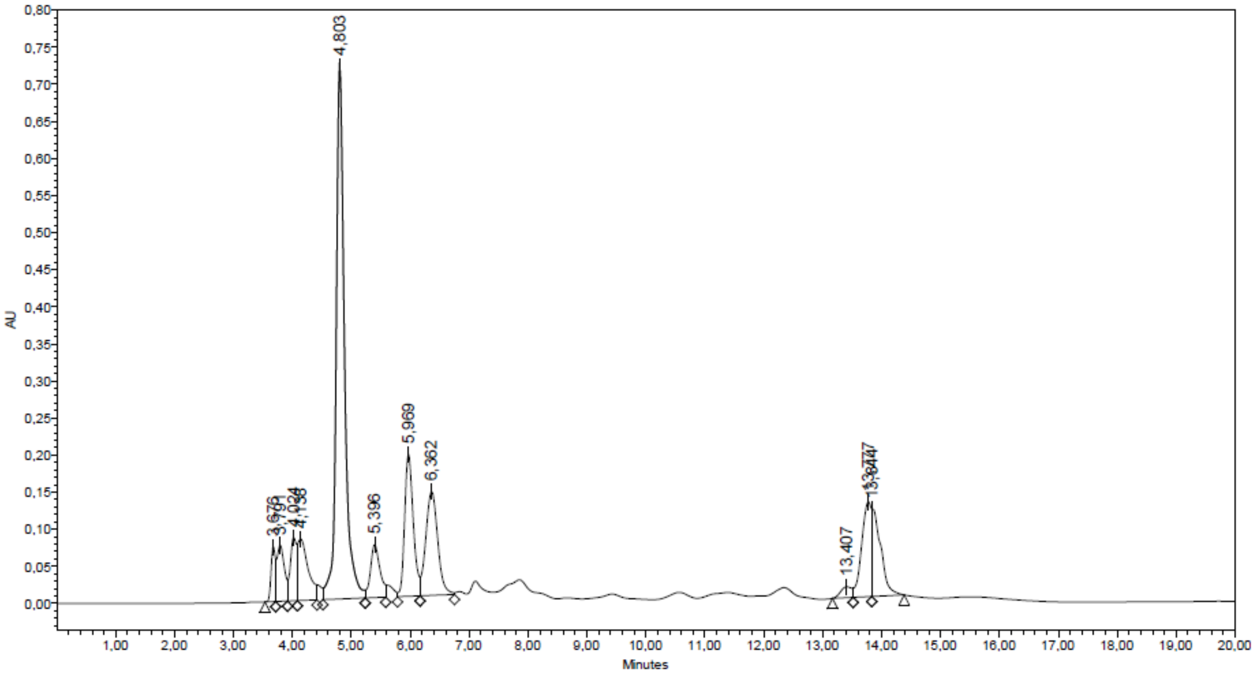

Рис. 3. ВЭЖХ определение раствора №3

Таблица 3

Содержание органических кислот в водном экстракте жмыха облепихи крушиновидной (образец №3)

№ п/п	Название кислоты	Удерживание	Площадь	%, площадь	Высота	Концентрация мг/мл
1		3,676	359787	2,07	74689	
2	L-аспарагиновая кислота	3,791	677412	3,90	75675	2,66
3	Щавелевая кислота	4,024	645639	3,72	86130	0,16
4		4,138	1018003	5,86	83044	
5	Винная кислота	4,803	7078385	40,74	722532	9,668

Продолжение таблицы 3

6		5,396	799184	4,60	71411	
7	Яблочная кислота	5,969	1956107	11,26	192178	5,369
8		6,362	1973724	11,36	139860	
9		13,407	192467	1,11	14810	
10		13,777	1425795	8,21	127802	
11	Фумаровая кислота	13,844	1249545	7,19	117540	0,03

По результатам проведенного нами исследования можно сделать вывод о том, что в жмыхе, полученном после прессования содержится 2,66 L-аспарагиновой кислоты, 0,16 мг/мл щавелевой кислоты, 9,67 мг/мл винной кислоты, 5,37 мг/мл яблочной кислоты, а также 0,03 мг/мл фумаровой кислоты.

На основании полученных данных нами предлагается реализация безотходного производства, подразумевающее продажу жмыха в качестве вторичного сырья для кормопроизводства сельскохозяйственной промышленностью. В качестве альтернативного варианта можно предложить создание на его основе скраба для тела. Благодаря косточкам, входящим в состав жмыха, на коже образуются микроцарапины, через которые будут проникать органические кислоты сырья. За счет присутствия в составе жмыха L-аспарагиновой кислоты уменьшается количество возрастных пигментных пятен и приостанавливается их появление, кожа напитывается влагой, выравнивается ее тон. Щавелевая кислота оказывает отбеливающий эффект, благодаря чему кожа приобретает свое естественное сияние. Винная кислота обладает ярко выраженным антивозрастным и омолаживающим эффектом, стимулирует обновление клеток, повышение эластичности кожи, оказывает действие на глубину морщин, хорошо увлажняет и эффективно очищает. Яблочная кислота обладает антиоксидантными, очищающими, увлажняющими, противовоспалительными свойствами, оказывает отшелушивающее действие, стимулирует клетки, усиливая клеточный метаболизм. Фумаровая кислота проявляет антибактериальные свойства регулирует процессы шелушения, влияет на гиперкератоз, уменьшает проявление высыпаний на коже, обладает подсушивающим и регенерирующим действием [7].

Таким образом, облепиховое масло, полученное методом холодного отжима, представляет собой уникальное лекарственное средство, обладающее широким спектром действия благодаря высокой биологической активности компонентов, входящих в его состав. В связи с чем наиболее рациональным решением будет являться реализация безотходного производства облепихового масла, предполагающая использование оставшегося сырья (жмыха) в качестве вторичного сырья для различных отраслей промышленности.

Литература

1. Аверьянова Е.В. Биологическая ценность облепихи как основа ее комплексной безотходной переработки // Современная наука и инновации. 2018. № 3 (23). С. 104 – 111.

2. Баташов Е.С. Изучение состава органических кислот в продуктах переработки облепихи // Инновационные направления развития сибирского садоводства: наследие академиков М.А. Лисавенко, И.П. Калининой: сборник статей. 2018. С. 35 – 41.

3. Болдырева Т.А., Верещагин А.Л., Горемыкина Н.В. Исследование термостабильности облепихового масла // Южно-Сибирский научный вестник. 2017. № 3 (19). С. 21 – 24.

4. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIII изд.: в 3 т. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации. 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.femb.ru/feml

5. Какимов М.М., Касенов А.Л., Тохтаров Ж.Х., Муратжанкызы Н. Масло облепихи как лечебный препарат // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 13 ч. 2013. № 16. С. 67 – 68.

6. Паньковский Г.А. Особенности получения облепихового масла при комплексной переработке плодов облепихи // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2001. № 3. С. 1181-1185.

7. Пономарева А.С., Чумакова М.Н. Перспективы использования облепихи в профилактических косметических изделиях для кожи лица // Наука и образование: новое время. 2018. № 2 (25). С. 9 – 12.

8. Справочник VIDAL. Лекарственные препараты в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.vidal.ru/

9. Тринеева О.В., Казьмина М.А., Дмитрива А.В., Сливкин А.И. Влияние различных способов экстракции на извлечение некоторых групп биологически активных веществ из плодов облепихи крушиновидной // Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах Фагран-2015: Материалы VII Всероссийской конференции. (Воронеж, 10-13 ноября 2015 года). 2015. С. 567 – 569.

References

1. Aver'yanova E.V. Biologicheskaya cennost' oblepihi kak osnova ee kompleksnoj bezothodnoj pererabotki. Sovremennaya nauka i innovacii. 2018. № 3 (23). S. 104 – 111.

2. Batashov E.S. Izuchenie sostava organicheskih kislot v produktah pererabotki oblepihi. Innovacionnye napravleniya razvitiya sibirskogo sadovodstva: nasledie akademikov M.A. Lisavenko, I.P. Kalininoj: sbornik statej. 2018. S. 35 – 41.

3. Boldyreva T.A., Vereshchagin A.L., Goremykina N.V. Issledovanie termostabil'nosti oblepihovogo masla. YUzhno-Sibirskij nauchnyj vestnik. 2017. № 3 (19). S. 21 – 24.

4. Gosudarstvennaya Farmakopeya Rossijskoj Federacii. XIII izd.: v 3 t. M.: Ministerstvo zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii. 2015. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.femb.ru/feml

5. Kakimov M.M., Kasenov A.L., Tohtarov ZH.H., Muratzhankyzy N. Maslo oblepihi kak lechebnyj preparat. Aktual'nye voprosy v nauchnoj rabote i obrazovatel'noj deyatel'nosti: Sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 13 ch. 2013. № 16. S. 67 – 68.

6. Pan'kovskij G.A. Osobennosti polucheniya oblepihovogo masla pri kompleksnoj pererabotke plodov oblepihi. Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. 2001. № 3. S. 1181-1185.

7. Ponomareva A.S., CHumakova M.N. Perspektivy ispol'zovaniya oblepihi v profilakticheskih kosmeticheskih izdeliyah dlya kozhi lica. Nauka i obrazovanie: novoe vremya. 2018. № 2 (25). S. 9 – 12.

8. Spravochnik VIDAL. Lekarstvennye preparaty v Rossii [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: https://www.vidal.ru/

9. Trineeva O.V., Kaz'mina M.A., Dmitriva A.V., Slivkin A.I. Vliyanie razlichnyh sposobov ekstrakcii na izvlechenie nekotoryh grupp biologicheski aktivnyh veshchestv iz plodov oblepihi krushinovidnoj. Fiziko-himicheskie processy v kondensirovannyh sredah i na mezhfaznyh granicah Fagran-2015: Materialy VII Vse-rossijskoj konferencii. (Voronezh, 10-13 noyabrya 2015 goda). 2015. S. 567 – 569.