УДК 547.426.23:582.866

DOI 10.25230/2412–608X–2018–4–176–90–95

Влияние абиотических факторов на формирование жирно-кислотного состава масла плодов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.)

Г.А. Бережная,

доктор биологических наук, профессор

ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная
сельскохозяйственная академия»

603107 г., Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97

E-mail: berezhnaya-galina@inbox.ru

Для цитирования: Бережная Г.А. Влияние абиотических факторов на формирование жирно-кислотного состава масла плодов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 90–95.

Ключевые слова: облепиха, абиотические факторы, регионы произрастания – климатипы: кавказский, сибирский, среднеазиатский, балтийский, гипантий (плодовая мякоть), семена, масло, триацилглицерины, жирные кислоты.

Проведено определение жирно-кислотного состава масла гипантия и семян плодов дикорастущих форм облепихи из разных регионов произрастания. Показано, что абиотические факторы, главными из которых являются почвенно-климатические, не оказывают существенного влияния на качественные характеристики масла семян, в отличие от гипантия. Установлено, что по содержанию индивидуальных жирных кислот и степени ненасыщенности масла гипантия облепихи из разных эколого-географических регионов существенно различаются между собой. Доминирующими жирными кислотами масла плодовой мякоти являются пальмитиновая (C 16:0) и гексадеценовая (C 16:1), доля которых достигает 80 % от суммы жирных кислот. В масле семян преобладают ненасыщенные кислоты: олеиновая (C 18:1), линолевая (C 18:2) и линоленовая (C 18:3); их суммарное содержание составляет 87–90 %. Такое соотношение жирных кислот определяет различия в степени ненасыщенности и качества масла в каждом из этих органов.

UDC 547.426.23:582.866

Influence of abiotic factors on the formation of fatty acid composition of oil in sea buckthorn fruits (*Hippophae rhamnoides* L.).

G.A. Berezhnaya, doctor of biology, prof.

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

97, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia

E-mail: berezhnaya-galina@inbox.ru

Key words: sea buckthorn, abiotic factors, regions of growth – climatic types: Caucasian, Siberian, Central Asian, Baltic; hypanthium (fruit pulp), seeds, oil, triacylglycerol, fatty acids.

The fatty acid composition of oil in the hypanthium and seeds of the fruits of wild-growing sea buckthorn forms from the different regions of cultivation have been determined. The general abiotic factors are soil and climatic. They do not have a significant effect on the quality characteristics of oil in the seeds, alternatively to hypanthium. We founded out the content of individual fatty acids and the degree of oil unsaturation in the hypanthium of sea buckthorn from the different ecological and geographical regions differed significantly. The dominant fatty acids of fruit pulp oil are palmitic (C 16: 0) and hexadecene (C 16: 1), the proportion of which reaches 80% of the total FA. Unsaturated acids predominate in seed oil: oleic (C 18: 1), linoleic (C 18: 2) and linolenic (C 18: 3); their total content is 87–90%. This ratio of fatty acids determines the differences in the degree of unsaturation and quality of oil in each of these organs.

Введение. Изучение дикорастущих форм облепихи, являющихся природным генофондом и основой для селекции, представляет большой интерес и определяется потребностями медицины в облепиховом масле, которое получают из плодовой мякоти. Поэтому целью селекционной работы является создание новых крупноплодных сортов облепихи с высоким содержанием масла и биологически активных веществ в околоплоднике.

Большой вклад в изучение дикорастущих форм облепихи из различных географических регионов произрастания внес И.П. Елисеев [1]. Он показал, что географическое положение, рельеф местности, разная экспозиция склонов и высота над уровнем моря создают разнообразные экологические условия, влияющие на изменчивость морфологических признаков облепихи, её зимостойкость и длительность периода вегетации. Основываясь на морфо-физиологических показателях облепихи И.П. Елисеев выделил несколько крупных экологических категорий, названных им «климатипы вида»: 1. Сибирский климатип (СБ) объединяет все популяции Забайкалья,

Саяно-Алтайского горного района и Казахского Алтая, сформировавшиеся в суровых условиях континентального климата Восточной Сибири и Алтая. 2; Среднеазиатский климатип (СА) характеризует популяции, сформировавшиеся в условиях жаркого климата на склонах гор южной экспозиции и в полупустынных зонах; 3. Кавказский климатип (КВ) объединяет популяции, сформировавшиеся под влиянием разнообразных экологических условий Северного Кавказа и Закавказья; 4. Прибалтийский климатип (БТ) включает популяции зоны влажного климата с теплым летом и умеренно мягкой, ветреной зимой.

Особенность плодов облепихи заключается в том, что они запасают масла не только в семенах, но и в плодовой мякоти. Функции масла семян известны и определяются их использованием на процессы дыхания и прорастания. Роль масел околоплодников неизвестна, определяется высокой пищевой ценностью некоторых из них (оливы, авокадо и других) или лечебным эффектом (облепиха, лимонник). Ценность масла плодовой мякоти облепихи до недавнего времени связывали с высоким содержанием жирорастворимых витаминов (А, Д, Е), каротиноидов и других биологически активных веществ [2; 3; 4; 5]. К настоящему времени накапливаются данные о положительном влиянии индивидуальных жирных кислот на здоровье человека [6]. Показано, что высокая концентрация пальмитиновой кислоты в масле (от 30 % и выше) оказывает регуляторное действие на обмен липидов и глюкозы, стимулирует действие инсулина в мышцах, снижает уровень триацилглицеринов в клетках печени [7]. Установлено, что олеиновая кислота снижает уровень холестерина, риск возникновения инсультов и инфарктов [8]. Принимая во внимание влияние индивидуальных жирных кислот на физиолого-биохимические процессы в организме человека, изучение жирно-кислотного состава масла плодов облепихи представляет несомненный интерес.

Ранее нами изучалась динамика содержания и жирно-кислотного состава липидов в созревающих плодах облепихи [9; 10]. Продолжая эти исследования, мы провели определение влияния климатических факторов на формирование качественных показателей масла.

Целью настоящей работы было проведение сравнительного анализа жирно-кислотного состава масла гипантия и семян облепихи из разных эколого-климатических регионов

(климатипов) и изучение влияния условий произрастания облепихи на состав и содержание индивидуальных жирных кислот в масле.

Материалы и методы. Плоды дикорастущих форм облепихи собирали в ходе экспедиционных обследований в разных регионах произрастания: Средней Азии – Горный Бадахшан, бассейн реки Пяньж (среднеазиатский климатип), Западном Закавказье – бассейн реки Чорохи (кавказский климатип), Прибалтике – Балтийская Коса, р-н пос. Донское (балтийский климатип) и Сибири – побережье реки Катунь (Сибирский климатип).

Навеску плодов облепихи (30 г) помещали в химический стакан, заливали хлороформом и выдерживали 1 мин для удаления восков с поверхности плодов. Хлороформ удаляли, плоды переносили в колбу с кипящим изопропанолом (изопропиловым спиртом) и кипятили с обратным холодильником 30 мин для инактивации ферментов, после чего колбу с растительным материалом охлаждали при комнатной температуре. Хранили пробы в этих же колбах с притертыми пробками в холодильнике при температуре от 0 до -2 °С.

Экстракцию липидов гипантия и семян проводили по отдельности. Для экстракции липидов из гипантия изопропанольную вытяжку из колбы с растительным материалом профильтровывали через стеклянный фильтр экстрактора [11], присоединенного к мерной колбе на 500 мл и водоструйному насосу, для создания разрежения воздуха в колбе. Плоды облепихи обмывали ацетоном 3 раза (3 × 20 мл), изопропанольную вытяжку и ацетоновые экстракты объединяли. Затем из плодов извлекали семена с помощью пинцета и глазного скальпеля. Выделенные семена также промывали 3 раза (3 × 20 мл) ацетоном и объединяли с ацетоновыми и изопропанольной вытяжками. Плодовую мякоть растирали в ступке с ацетоном до получения частиц ткани около 0,25 мм, каждый раз сливая ацетоновую вытяжку в экстрактор. Семена высушивали при комнатной температуре и удаляли семенные покровы. Очищенные семена растирали в фарфоровой ступке с ацетоном (3 × 20 мл) до получения частиц около 0,25 мм, каждый раз сливая липидную вытяжку в экстрактор, присоединенный к мерной колбе на 200 мл.

Экстракцию липидов из высушенных тканей плодовой мякоти и семян проводили по отдельности смесями хлороформа, метанола и воды (в соотношении 3 : 2 : 0,17) и хлороформа, метанола и концентрированной азотной кислоты (2 : 1 : 0,03) по методу Жукова и Верещагина [11].

Масло, являющееся триацилглицеринами, выделяли из экстракта суммарных липидов гипантия и семян по отдельности методом тонкослойной хроматографии на стеклянных пластинках с силикагелем. Стекло-вые пластинки $20 \times 20 \times 0,2$ устанавливали в автоматический аппликатор и наносили на них слой силикагеля ЛСЛ₂₅₄, содержащий 13 % гипса, суспензированного в воде, толщиной 1,5 мм. Пластинки высушивали на воздухе в течение 15–18 ч, после чего их использовали для препаративного выделения триацилглицеринов, не содержащих сопутствующих веществ, главными из которых являются пигменты (хлорофиллы и каротиноиды, а также полярные липиды).

Экстракт липидов семян (5 мл) и гипантия (2 мл) упаривали на ротормом испарителе досуха, остаток растворяли в 0,3 мл хлороформа и микрошприцом наносили на слой адсорбента на расстоянии 10–12 мм от нижнего края стеклянной пластинки, высушивали на воздухе и помещали в хроматографическую камеру. Подвижной фазой служила смесь гексана, диэтилового эфира и уксусной кислоты в соотношении 80 : 20 : 1 по объему. На пластинке выделялось три зоны: стартовая зона, вещества которой не передвигались с используемой подвижной фазой, триацилглицерины, пигменты.

После достижения подвижной фазы верхнего края пластинки, ее доставали из хроматографической камеры, высушивали на воздухе, после чего края пластинки опрыскивали 0,01 %-ным водным раствором родамина 6Ж, после чего каждая из зон, обработанных родамином, хорошо просматривалась в ультрафиолетовом свете. Силикагель, содержащий триацилглицерины, счищали скальпелем и помещали в круглодонную колбу объемом на 50 мл. Триацилглицерины элюировали с адсорбента хлороформом 3 раза, элюат собирали в другую колбу на 50 мл, жидкую фазу отгоняли на ротормом испарителе. К выпаренному осадку добавляли 20 мл этанола, 2 капли воды, 3 гранулы NaOH и проводили омыление при температуре кипения этанола (78 °C) с обратным холодильником в течение 1,5 ч. К жидкости после омыления добавляли 5 капель воды и выпаривали на ротормом испарителе. В колбу с высушенным остатком добавляли 1 мл воды и экстрагировали жирные кислоты гексаном до тех пор, пока гексановая фаза не бесцветивалась. В гексановой фазе растворялись неомыляемые липиды, которые удалялись с гексаном. К водной фазе добав-

ляли 2–3 капли метилоранжа до бледно-розового цвета, 3 капли 20 % H₂SO₄ и промывали гексаном 6 раз. Гексановую фазу, содержащую жирные кислоты, сливали в чистую круглодонную колбу и выпаривали на ротормом испарителе. Для метилирования жирных кислот (получения метиловых эфиров жирных кислот) сухой остаток жирных кислот растворяли в 5–6 каплях метанола, добавляли 2–3 капли хлористого ацетила, колбу присоединяли к обратному холодильнику и кипятили при температуре кипения метанола (64 °C) в течение 1 ч. После окончания процесса метилирования жирных кислот метанол отгоняли на ротормом испарителе, добавляли 3–4 капли воды, 2 капли метилоранжа, чтобы хорошо видеть расслоение фаз. Метиловые эфиры экстрагировали из водной фазы гексаном, растворитель выпаривали, метиловые эфиры растворяли в 3 каплях бензола и использовали для газо-жидкостной хроматографии.

Идентификацию жирных кислот проводили методом газо-жидкостной хроматографии их метиловых эфиров, а также с помощью сочетания газо-жидкостной хроматографии с масс-спектрометрией (LKB 2091, Швеция). Колонку для газо-жидкостной хроматографии заполняли Целитом-545, жидкой фазой служил полиэтиленгликоль-адипат (ПЭГА), который наносили на поверхность Целита-545 в два приема; соотношение между ПЭГА и Целитом по массе составляло 1 : 9. Колонку помещали в термостат аргонового хроматографа и выдерживали при 200 °C до прекращения дрейфа нулевой линии прибора. Разделение метиловых эфиров жирных кислот проводили при температуре колонки 190 ± 1 °C; газ-носитель – аргон, расход 60 мл/мин, давление газа-носителя 1 атм. Объем пробы 0,25–0,5 мкл.

В результате газо-жидкостной хроматографии получали значения относительного удерживаемого объема ($V_R^{отн}$) отдельных видов метиловых эфиров жирных кислот гипантия или семян облепихи. Относительное содержание индивидуальных жирных кислот устанавливали методом триангуляции пиков и выражали в % от суммы метиловых эфиров жирных кислот.

Данные обработаны статистически. Достоверность различия между средними арифметическими признаков ($\bar{x}$) определяли по критерию Стьюдента с вероятностью $P > 95$ %.

Результаты и обсуждение. Результаты определения жирно-кислотного состава масла гипантия облепихи из четырех регионов представлены в таблице 1. Можно видеть, что, независимо от места произрастания облепихи,

масло плодовой мякоти каждого из них включает по шесть главных видов жирных кислот, различающихся содержанием от их суммы.

Таблица 1

Жирно-кислотный состав масла гипантия облепихи четырех климатипов

Вид ЖК	Содержание жирных кислот, % от суммы кислот						
	СА	БТ	СБ	КВ	Обле- пиха [12]	Аво- кадо [13]	Мас- лина [14]
C _{16:0}	34,1 ± 1,0	32,4 ± 1,2	32,7 ± 2,5	47,0 ± 1,7	32,1 ± 1,2	23,0	11,7 ± 0,9
C _{16:1}	54,4 ± 1,6	42,3 ± 0,9	54,8 ± 2,6	16,1 ± 0,7	46,0 ± 1,9	1,8	1,6 ± 1,1
C _{18:0}	0,7 ± 0,3	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	1,0 ± 0,3	2,1 ± 0,6	1,8	3,1 ± 0,3
C _{18:1}	10,8 ± 0,2	20,6 ± 1,2	4,3 ± 0,4	34,5 ± 1,0	7,5 ± 3,4	56,4	78,6 ± 3,1
C _{18:2}	0,0	3,4 ± 0,8	5,9 ± 0,8	1,2 ± 0,5	11,5 ± 0,6	8,9	4,4 ± 0,5
C _{18:3}	0,0	0,7 ± 0,3	1,6 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,9 ± 0,1	8,1	0,6 ± 0,1
[S]	34,8	33,0	33,4	48,0	34,1	24,8	14,8
[U]	65,2	67,0	66,6	52,0	65,9	75,2	85,2

Примечание: [S] – суммарное содержание насыщенных жирных кислот; [U] – суммарное содержание ненасыщенных жирных кислот. В таблице 1 представлены средние арифметические трёх аналитических определений ± доверительный интервал. В масле гипантия облепихи содержатся: > 0,1–0,2 % меристиновой кислоты (C_{14:0}); < 0,1–0,15 % пентадекановой (C_{15:0}) и гексадекадиеновой (C_{16:2}) < 0,5–1,0 %. Масло маслины содержит минорные арахисовую (C_{20:0}) и гадалеиновую (C_{20:1}) < 0,3 %

Наибольшее количество приходится на жирные кислоты, содержащие 16 углеродных атомов: пальмитиновую (C_{16:0}) и гексадеценовую (C_{16:1}), суммарное содержание которых различно в маслах плодовой мякоти представителей изученных климатипов: у представителей кавказского их уровень составляет 63,1 %; балтийского – 74,8 %; сибирского и среднеазиатского – концентрации соизмеримы и достигают 87,5 и 88,5 % соответственно. Содержание стеариновой кислоты (C_{18:0}) в масле гипантия всех климатипов не превышало 1 % и практически не имело различий. По уровню мононенасыщенной олеиновой кислоты (C_{18:1}), различия более значительны (табл. 1). Максимальное количество этой кислоты у представителей кавказских популяций облепихи (34,5 %), а наименьшее – у сибирских (4,3 %).

Полученные результаты позволили установить, что масло гипантия каждого из климатипов различается по содержанию

индивидуальных жирных кислот, что определяет степень их ненасыщенности. По этому признаку масло плодовой мякоти изученных климатипов можно разделить на две группы: к первой из них относятся среднеазиатский, балтийский и сибирский, а ко второй – КВ, для которого характерно более высокое содержание пальмитиновой кислоты и низкое, в сравнении с остальными, мононенасыщенной гексадеценовой (пальмитолеиновой).

Сравнивая результаты настоящей работы с литературными данными, можно видеть, что они соизмеримы. Состав индивидуальных видов жирных кислот в масле плодовых оболочек облепихи, маслины и авокадо не различается по жирно-кислотному составу, включает по шесть главных кислот, количество которых от их суммы различно. По уровню пальмитиновой и гексадеценовой кислот масло плодовой мякоти облепихи превосходило масло авокадо и маслины [13; 14], но уступало им по концентрации олеиновой кислоты и степени ненасыщенности масла. Содержание доминирующих пальмитиновой и пальмитолеиновых кислот в облепихе сорта Дар Катуня (сибирский климатип) из коллекции НИИ садоводства Сибири (табл. 1) составляет 63,1 %, что приближает его к балтийскому климатипу [10].

Результаты по изучению жирно-кислотного состава масла семян четырех климатипов приведены в таблице 2. Можно видеть, что состав кислот масла семян четырех климатипов включает по шесть индивидуальных видов, главными из которых являются C₁₈-ненасыщенные: олеиновая, линолевая и линоленовая, на долю которых приходится 86–89 %. По степени ненасыщенности масло семян достигает 88,1–90,3 % и превосходит по этому признаку гипантий.

Сравнивая результаты настоящей работы (табл. 2) с литературными данными по изучению жирно-кислотного состава и содержанию индивидуальных кислот как сортовой облепихи разного эколого-географического происхождения [12], так и дикорастущих форм [15; 16], можно видеть, что они не имеют значительных различий по числу и составу главных кислот. В каждом из них доминируют C₁₈-кислоты, уровень которых соизмерим и составляет 83,1–90,4 %.

Таблица 2

Жирно-кислотный состав масла семян

облепихи четырех климатипов

Вид ЖК	Содержание жирных кислот, %						
	СА	БТ	СБ	КВ*	СБ[12]	СА[15]	КВ[16]
C _{16:0}	8,6 ± 1,2	7,1 ± 0,1	7,1 ± 0,3	7,9 ± 0,5	6,8–7,7	10,6	11,6
C _{16:1}	2,5 ± 1,0	1,1 ± 0,2	0,6 ± 0,1	1,2 ± 0,1	0,4–1,3	5,9	4,5
C _{18:0}	2,8 ± 0,3	2,6 ± 0,4	2,7 ± 0,5	3,7 ± 0,1	2,8–3,4	1,6	5,3
C _{18:1}	24,0 ± 1,3	21,1 ± 0,9	16,6 ± 1,6	16,3 ± 0,7	14,7–15,6	26,6	15,1
C _{18:2}	36,2 ± 1,8	34,9 ± 1,8	39,5 ± 2,1	45,2 ± 2,8	40,1–38,3	34,1	42,4
C _{18:3}	25,9 ± 2,0	33,2 ± 2,3	33,5 ± 1,9	25,7 ±	35,2–33,7	21,2	21,1
[S]	11,4	9,7	9,8	11,6	9,8–11,1	12,2	16,9
[U]	88,6	90,3	90,2	88,4	90,4–88,9	87,8	83,1

Примечание: корреляция между найденными и литературными данными по жирно-кислотному составу масла каждого из климатипов достоверна ($P > 99\%$). В масле семян содержатся миристиновая (C_{14:0}) < 0,1 % и пентадекановая (C_{15:0}), < 0,2 %

Таким образом, полученные данные позволили установить, что внутрипопуляционных колебаний жирных кислот как по числу, так и содержанию в масле семян изученных климатипов, в отличие от околоплодников, не обнаружено. Изученные масла являются высоконенасыщенными и не имеют различий по содержанию главных жирных кислот.

Выводы. 1. Масло гипантия и семян включает по шесть главных жирных кислот. 2. Масло плодовой мякоти и семян различается степенью ненасыщенности; в гипантии доминируют насыщенные кислоты, на долю которых приходится 34–48 % от их суммы, а в семенах – ненасыщенные, уровень которых достигает 88,4–90,3%, что и определяет качество масел в каждом из этих органов. 3. Абиотические факторы оказывают существенное влияние на жирно-кислотный состав масла плодовой мякоти и практически не влияют на состав кислот семян.

Список литературы

1. Елисеев И.П. Формирование популяций и экотипов *Hipporhae rhamnoides* // Биология, химия и фармакология облепихи. – Новосибирск: Сиб. отделение АН СССР, 1983. – С. 4–10.
2. Еришова И.В. Оценка Алтайских сортов и гибридов облепихи по биохимическому составу плодов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 7. – С. 11–12.

3. Ильина Н.А. Продуктивность сортов облепихи в условиях Урала // Сб. науч. тр. – 2010. – Т. 12. – С. 35–38.

4. Тринева О.В., Сафонова И.И., Сафонова Е.Ф., Сливкин А.И. Определение биологически активных веществ в плодах облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*) // Химия растительного сырья. – 2013. – № 3. – С. 181–186.

5. Ключев М.А. Лекарственные средства. – Красноярск: Гротеск, 1993. – 573 с.

6. Dimopoulos N., Watson M., Sakamoto K., Hunda H.S. Differential effects of palmitate and palmitoleate on insulin action and glucose utilization in rat L6 skeletal muscle cells // Biochem. J. – 2006. – V. 399. – P. 473–481.

7. Sayegh M., Miglio C., Ray S. Potential cardiovascular implications of Sea Buckthorn berry consumption in humans // Int. J Food Sci. Nutr. – 2014. – P. 1–8.

8. Муратова Э.А., Даукаева Р.А., Афонькина С.Р., Мансурова Е.В. Проблемы фальсификации оливкового масла и методы ее обнаружения // Медицина труда и экологии человека. – 2016. – № 1. – С. 62–66.

9. Бережная Г.А., Озериника О.В., Елисеев И.П., Цыдендамбаев В.Д., Верецагин А.Г. Динамика абсолютного содержания и жирно-кислотного состава ацилсодержащих липидов в созревающих плодах облепихи // Физиология растений. – 1992. – Т. 39. – Вып. 6. – С. 1187–1196.

10. Бережная Г.А. Калье А.И. Динамика содержания липидов в созревающих плодах облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*), интродуцированной в Нижегородской области // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 2 (3). – С. 113–118.

11. Жуков А.В., Верецагин А.Г. Прибор для количественной экстракции липидов из растительного материала // Физиология растений. – 1974. – Т. 21. – Вып. 3. – С. 659–663.

12. Земцова А.Я., Зубарев Ю.А., Гунин А.В. Оценка сортовой облепихи разного эколого-географического происхождения по биохимическому составу // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 9. – С. 48–52.

13. Нилова Л.П., Пилипенко Т.В., Веряскина А.С. Исследование биохимического состава масла авокадо // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 5 (46). – С. 15–19.

14. Муратова Э.А., Даукаева Р.А., Афонь-

кина С.Р., Мансурова Е.В. Проблемы фальсификации оливкового масла и методы ее обнаружения // Медицина труда и экологии человека. – 2016. – № 1. – С. 62–66.

15. Мамедов С.Ш., Асланов С.М. [и др.]. Жирно-кислотный состав масла облепихи // Масло-жировая промышленность. – 1984. – № 2. – С. 18–21.

16. Рабаданова Г.А., Мусаева Р.М., Гашимова Э.Д. Жирное масло из семян культурных сортов облепихи, как источник ценных триацилглицеринов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 11 (42). – С. 65–87.

References

1. Eliseyev I.P. Formirovaniye populyatsiy i ekotipov Hippophae rhamnoides // Biologiya, khimiya i farmakologiya oblepikhi. – Novosibirsk: Sib. otdeleniye ANSSSR, 1983. – S. 4–10.

2. Ershova I.V. Otsenka Altayskikh sortov i gibridov oblepikhi po biokhimicheskomu sostavu plodov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2009. – № 7. – S. 11–12.

3. Il'ina N.A. Produktivnost' sortov oblepikhi v usloviyakh Urala // Sb. nauch. tr. – 2010. – T. 12. – S. 35–38.

4. Trineva O.V., Safonova I.I., Safonova E.F., Slivkin A.I. Opredeleniye biologicheski aktivnykh veshchestv v plodakh oblepikhi krushinovidnoy (Hippophae rhamnoides) // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2013. – № 3. – S. 181–186.

5. Klyuyev M.A. Lekarstvennyye sredstva. – Krasnoyarsk: Grotesk, 1993. – 573 s.

6. Dimopoulos N., Watson M., Sakamoto K., Hunda H.S. Differential effects of palmitate and palmitoleate on insulin action and glucose utilization in rat L6 skeletal muscle cells // Biochem. J. – 2006. – V. 399. – R. 473–481.

7. Sayegh M., Miglio S., Ray S. Potential cardiovascular implications of Sea Buckthorn berry consumption in humans // Int. J Food Sci. Nutr. – 2014. – R. 1–8.

8. Muratova E.A., Daukayeva R.A., Afon'kina S.R., Mansurova E.V. Problemy fal'sifikatsii olivkovogo masla i metody eye obnaruzheniya // Meditsina truda i ekologii cheloveka. – 2016. – № 1. – S. 62–66.

9. Berezhnaya G.A., Ozerinika O.V., Eliseyev I.P., TSydendambayev V.D., Vereshchagin A.G. Dinamika absolyutnogo soderzhaniya i zhirno-kislotnogo sostava atsilsoderzhashchikh lipidov v sozrevayushchikh plodakh oblepikhi // Fiziologiya

rasteniy. – 1992. – T. 39. – Vyp. 6. – S. 1187–1196.

10. Berezhnaya G.A., Kal'ye A.I. Dinamika soderzhaniya lipidov v sozrevayushchikh plodakh oblepikhi krushinovidnoy (Hippophae rhamnoides), introdutsirovannoy v Nizhego-rodskoy oblasti // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. – 2012. – № 2 (3). – S. 113–118.

11. ZHukov A.V., Vereshchagin A.G. Pribordlya kolichestvennoy ekstraktsii lipidov iz rastitel'nogo materiala // Fiziologiya rasteniy. – 1974. – T. 21. – Vyp. 3. – S. 659–663.

12. Zemtsova A.YA., Zubarev YU.A., Gunin A.V. Otsenka sortovoy oblepikhi raznogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya po biokhimicheskomu sostavu // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – T. 30. – № 9. – S. 48–52.

13. Nilova L.P., Pilipenko T.V., Varyaskina A.S. Issledovaniye biokhimicheskogo sostava masla avokado // Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevykh produktov. – 2017. – № 5 (46). – S. 15–19.

14. Muratova E.A., Daukayeva R.A., Afon'kina S.R., Mansurova E.V. Problemy fal'sifikatsii olivkovogo masla i metody eye obnaruzheniya // Meditsina truda i ekologii cheloveka. – 2016. – № 1. – S. 62–66.

15. Mamedov S.SH., Aslanov S.M. [i dr.]. ZHirno-kislotnyy sostav masla oblepikhi // Maslo-zhirovaya promyshlennost'. – 1984. – № 2. – S. 18–21.

16. Rabadanova G.A., Musayeva R.M., Gashimova E.D. ZHirnoye maslo iz semyan kul'turnykh sortov oblepikhi, kak istochnik tsennykh triatsilglitserinov // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2015. – № 11 (42). – S. 65–87.

Получено:

11.04.2018

Received:

11.04.2018

Принято:

06.11.2018

Accepted:

06.11.2018