

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 665.335. 82: 543. 544.43

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIPPOPHAE*), РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ [(*SILYBUM MARIANUM (L.) GAERTN*)] И МИНДАЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО (*PRUNUS DULCIS*)

А. С. ДАДАЯН^{1,2}, Л. А. СТЕПАНЯН¹, А. Р. ПЕТРОСЯН²,
А. С. ПОГОСЯН¹, Г. ЦОВСЕПЯН, С. Г. КАЗАРЯН и С. А. ДАДАЯН^{1,2}

¹Научно-производственный центр «Армбиотехнология»

НАН Республики Армения

Армения, 0056, Ереван, ул. Гюрджяна, 14

Факс: (374-10) 654183 E-mail: anidadayan@yahoo.com.

²Ереванский государственный университет

Институт фармации

Армения, Ереван, 0025, ул. А.Манукян, 1

Поступило 10 I 2020

Разработаны эффективные и безотходные технологии комплексной переработки облепихи крушиновидной (*Hippophae*), расторопши пятнистой [(*Silybum marianum (L.) Gaertn*)] и миндаля обыкновенного (*Prunus dulcis*). Показано, что с применением модифицированного и недорогостоящего метода многоядерной реперколяции можно одной технологической схемой получить облепиховый сок, масла облепихи с содержанием каротиноидов от 23 до 180 мг% и фуража с содержанием микро- и макроэлементов и витаминов Е, F, К, Р.

Подобной технологической схемой, методом холодного прессования из семян расторопши пятнистой получено высококачественное масло, а из шрота семечек с помощью четырех-ядерной реперколяционной установки в качестве вторичного продукта выделен широко применяемый в фитотерапии болезней печени кристаллический силимарин.

Единой технологической схемой, методом холодного отжима получены широко применяемое в косметологии масло обыкновенного миндаля, а из шрота ядер – витамин В-17, который под торговым названием «Лаэтрил» пропагандируется представителями нетрадиционной медицины как противораковое средство и в качестве болеутоляющего средства от желудочной боли.

Анализ и мониторинг химического состава медицинских масел облепихи, расторопши пятнистой и миндаля обыкновенного исследованы методом титриметрии и неконтактной и разрушающей рамановской спектроскопийной технологии.

Для установления химического состава, структуры и оптической чистоты витамина В-17 и кристаллического силимарина были использованы методы ЯМР ^1H спектроскопии и поляриметрии.

Рис. 3, табл. 1, библиографических ссылок 24.

Основным направлением развития технологий комплексной переработки плодово-ягодного растительного сырья с повышенным содержанием пищевых продуктов и действующих веществ, позволяющие увеличить их выходы и качество, снизить себестоимость и рентабельность производства, является совершенствование уже известных технологий. Такой подход предусматривает применение новейших методов физико-химической технологии для разделения и очистки выделяемых веществ и использование шрота [1].

Важнейшими тенденциями в производстве экологически чистых пищевых продуктов и кормовых добавок с высоким содержанием белков, макро- и микроэлементов на базе переработки природного растительного сырья являются его рациональное и эффективное использование. В пищевой промышленности в решении этой проблемы принято считать, прежде всего, комплексную переработку плодово-ягодного сырья из-за его биологической активности и воздействия биоконцентрации веществ [2,3].

С этой точки зрения особо отличаются облепиха, травянистое растение расторопша пятнистая, лён, миндаль, которые являются ценными источниками целого ряда биологически активных соединений [4-6]. В их плодах содержатся водно- и жирорастворимые витамины, липиды, полифенолы, углеводы, аминокислоты, минеральные вещества [4-6]. Благодаря наличию широкого спектра БАВ эти растения в настоящее время представляют огромный интерес в плане их использования в фармации, биотехнологии и в производстве кормов для мелко- и крупнорогатого скота, рыбного хозяйства и птицеводства в качестве экологически чистых добавок. При этом для переработки используются как культурные, так и дикорастущие сорта, фитохимический состав которых исследован недостаточно [7,8]. С точки зрения комплексной переработки растительного сырья, в частности, облепихи, расторопши пятнистой и т.д., большой интерес вызывает технологическая схема переработки облепихи Бийского завода (г. Бийск, РФ), конечным продуктом которой является облепиховое масло [9]. Технологический процесс переработки облепихи осуществляется в пять стадий: дробление и отжим плодов облепихи, получение сепарированного сока, мезги и фуза, экстракции сухого жома подсолнечным маслом под давлением 0.7 атм противотоком. В заключительной стадии путем смешения (купаж) диффузионных масел получают облепиховое масло.

Такая технологическая схема, наряду с очевидными преимуществами, имеет и существенные недостатки.

1. Так, процесс высушивания облепихи для разрушения мощной ферментационной системы растений следует вести так, чтобы основные действующие БАВ сырья (смесь каротиноидов, витаминов Е, С, К, Р, микроэлементов, аминокислот, ненасыщенных жирных кислот) в нативном виде сохранялись и в конечном продукте.

2. Предъявляемые требования к технологическим оборудованьям слишком повышают себестоимость конечного продукта, поскольку основные процессы многостадийны и протекают при повышенных давлениях.

3. На некоторых технологических этапах в качестве экстрагента используется хлористый метилен, который нежелательно употреблять в производстве пищевых продуктов, кормов для скота и добавок к ним.

В последние десятилетия проводятся интенсивные исследования по поиску эффективных гепатопротекторных препаратов на основе растительного сырья, в первую очередь, обусловленному отсутствием у них побочных патогенных воздействий, которые повышают защищенность печени от патогенного воздействия ксенобиотиков.

С этой точки зрения широко известны фитопрепараты на основе флаванолигнанов, выделенных из лекарственного растения расторопши пятнистой, которые улучшают детоксицирующее свойство печени ввиду повышения устойчивости мембран гепатоцитов и антиоксидантно активных ферментов [10-12].

Следовательно, исходя из вышеуказанного актуальной остается также разработка безотходной технологии комплексной переработки лекарственного растительного сырья расторопши пятнистой с целью получения масла холодного отжима, а из жома производства – силимарина (смесь флаванолигнанов силидианина, силбина и силикристина) в нативном виде.

Особо важен вторичный продукт переработки скорлупы косточек миндаля при получении лечебного масла холодного отжима – витамин В-17 (амигдалин) в нативном виде. Масло миндаля обладает противовоспалительным, болеутоляющим, успокаивающим и смягчающим свойствами, а также является хорошим средством от метеоризма с мягким слабительным действием, укрепляет память и нервную систему, помогает при бессоннице. Миндальное масло быстро и практически полностью проникает вглубь дермы, что обуславливает ускоренную регенерацию клеток кожи, нормализацию водного и липидного баланса, тонизирование кожи и устранение воспалительных очагов [13]. Под торговым названием «Лаэтрил» амигдалин пропагандируется представителями нетрадиционной медицины как витаминоподобный препарат (т. н. витамин В17) и противораковое средство.

Что касается переработки растительного сырья, необходимо отметить, что существующие технологические схемы не позволяют по-

лучать одновременно весь возможный ассортимент продуктов (консервированные виды продуктов, масла, биодобавки, витамины и др.) с обеспечением высокой сохранности природных биологически активных веществ. Рациональное использование растительного сырья возможно с разработкой новых безотходных технологических приемов переработки. В связи с этим целью настоящего исследования являлось создание малоотходных технологических схем комплексной переработки растительного сырья, а также новых приемов, позволяющих максимально сохранить в продуктах целительные свойства.

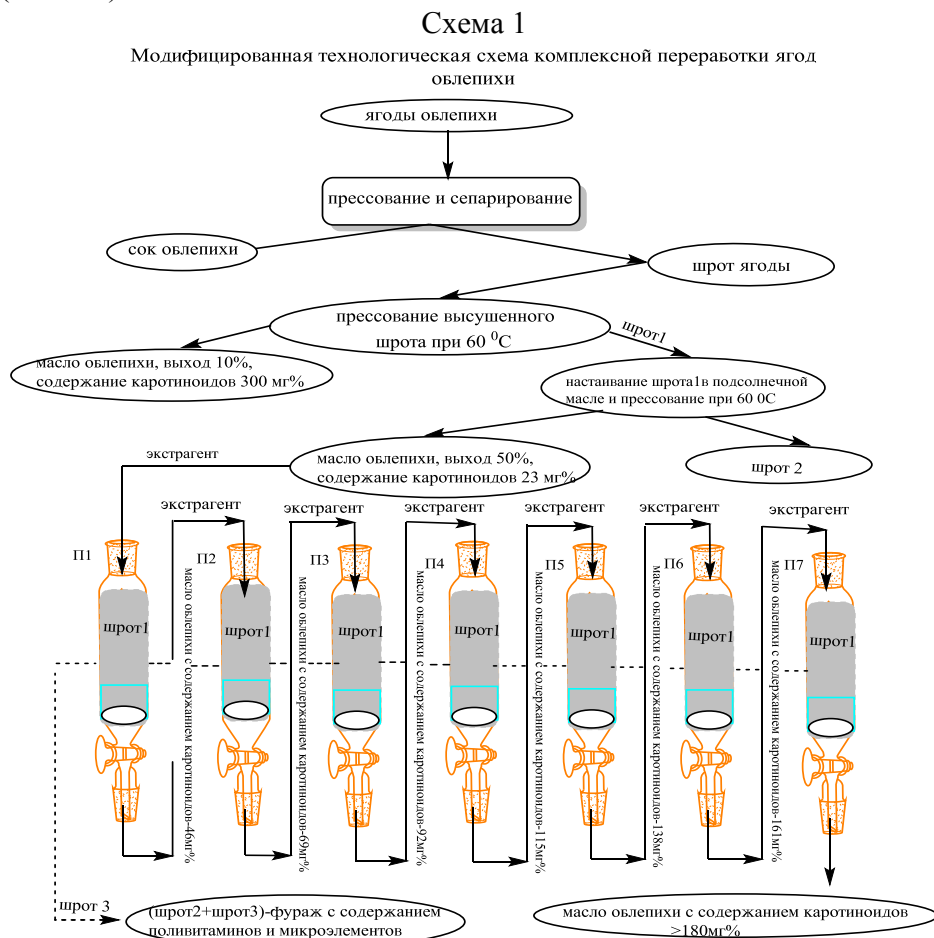
Материалы и методы

Сбор и предварительная обработка облепихи. После созревания ягоды облепихи приобретают оранжевую окраску. При этом они так плотно насажены на ветки, что напоминают початки кукурузы. Для приготовления сока ягоды облепихи желательно собирать в самом начале созревания (в Гегаркунинском марзе РА) приходится в конце октября, чтобы не повредить нежную кожуру. В это время наблюдается в ягоде наибольшая концентрация витамина С. Для приготовления облепихового масла лучше время – конец ноября. К этому времени ягода хорошо наливается соком, наибольшим количеством каротиноидов, и с дерева получится гораздо больше продукта. Нежелательно сбор урожая осуществлять обрезанием или обламыванием веток, что может привести к резкому сокращению урожая в следующие годы.

В промышленных масштабах сбор урожая облепихи переносят на зиму. Замороженные ягоды легко обрываются и не лопаются. Под деревьями расстилают полиэтилен и начинают обстукивать палкой ствол и крупные ветви. Замерзшие ягоды осыпаются на землю, оставаясь при этом целыми.

Хранение ягоды облепихи. Больше всего пользы приносят ягоды, которые не подвергались термической обработке. **Срезанные ветви облепихи можно сохранить до весны.** Для этого нужно развесить их в прохладном помещении, температура воздуха которого не поднимается выше 0 °С градусов. Важно, чтобы там было сухо, избыточная влажность сразу спровоцирует процессы гниения. Учитывая эти недостатки способа традиционного хранения урожая, желательно проводить умеренную термическую обработку ($t \leq 60^\circ\text{C}$) в сушильных комнатах с интенсивной вентиляцией. Такая обработка позволит не разрушить мощную ферментационную систему растения (ягоды), сохранив основные действующие БАВ сырья (смесь каротиноидов, витаминов, микроэлементов, аминокислот, ненасыщенных жирных кислот и т.д.) в нативном виде и выделить высококачественное масло облепихи с заданным содержанием каротиноидов.

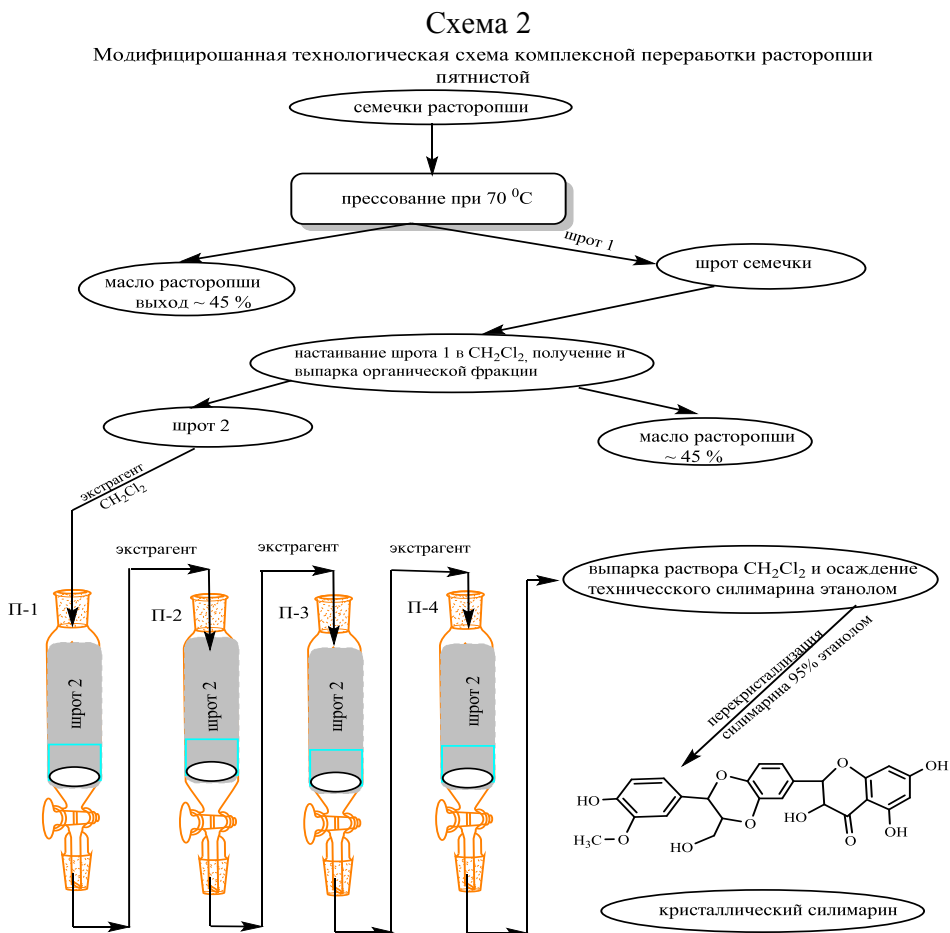
Установлено, что после такой предварительной переработки с применением модифицированного и недорогого метода 6-ядерной реперколяции одной технологической схемой можно получить облепиховый сок, масло облепихи с содержанием каротиноидов от 23 до 300 мг% и фуража с содержанием микро-, макроэлементов и витаминов Е, F, К, Р. (схема 1).



Сбор и предварительная обработка семян расторопши пятнистой. Для использования в лечебных целях заготавливают практически все части растения: семена, листья и корни. Семена растения в Республике Арцах собирают примерно в середине июня. Определить полную зрелость сырья можно по появлению на верхушках корзинок желтовато-белого пуха до того, как семенные коробочки раскроются, с помощью ножниц или секатора. В промышленных целях сборку ведут хлебоуборочными комбайнами. Корни заготавливают осенью, когда все семена полностью созреют и покинут материнское растение.

Хранение сырья. Собранные части растений необходимо грамотно высушить, чтобы они не утратили своих полезных свойств. Семенные коробочки следует сушить на частой сетке или решётке, под которой располагают противни, листы бумаги, картона или другого подобного материала. Корзиночки укладывают в один слой в помещении, имеющем хороший воздухообмен, но избегая при этом слишком сильных воздушных потоков, чтобы семена не разлетались на своих «парашютиках». Готовое сырьё можно хранить как в герметично закрытой таре из стекла, так и в воздухопроницаемых картонных коробках или плотных мешках.

С использованием 4-ядерной реперколяционной установки методом холодного прессования из семян расторопши пятнистой выделено высококачественное масло, а из шрота семечек в качестве вторичного продукта – широко применяемый в фитотерапии заболеваний печени кристаллический силимарин (схема 2).

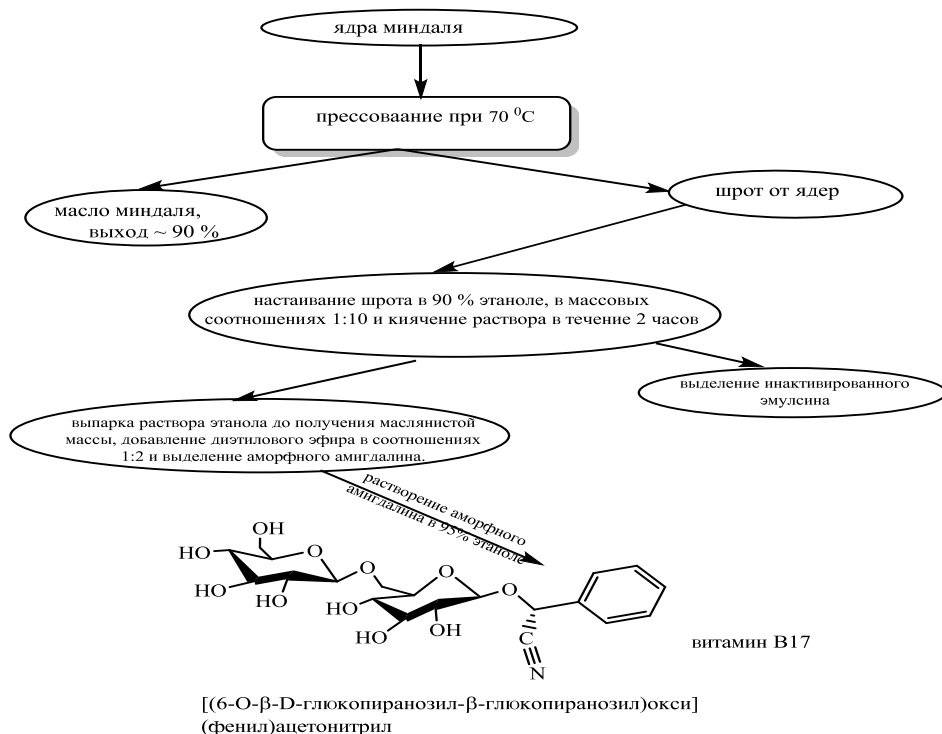


Сбор и предварительная обработка ягоды миндаля. Сбор урожая — с конца августа по сентябрь. О поспевании указывает открытие околоплодника плодов. Ядра миндаля следует сушить на частой сетке или решётке, под которой располагают листы бумаги или картона. Ядра укладывают в один слой в помещении, имеющем хороший воздухообмен. Влажность готовых ядер миндаля не должна превышать 10%. Хранят высушенную продукцию в прохладной кладовке так, чтобы на миндаль не попадали солнечные лучи. Тарой может служить стеклянная банка, которая плотно закрывается. Недопустимо смешивать несколько разновидностей миндаля. Хранить очищенные ядра в обычном пакете и при комнатной температуре нельзя. Орехи станут горькими и утратят полезные свойства.

Единой технологической схемой, методом холодного отжима получены широко применяемое в косметологии масло миндаля обыкновенного, а из шрота ядер – витамин В-17, который под торговым названием «Лаэтрил» пропагандируется представителями нетрадиционной медицины как противораковое средство и в качестве болеутоляющего препарата при болях в желудке (схема 3).

Схема 3

Модифицированная технологическая схема комплексной переработки миндаля



Перекисное число, число омыления, йодное число, содержание витаминов А и Е, плотности, массовой доли влаги и летучих веществ, кислотное число и показатели преломления, приведенные в таблице, определяли по известным методикам [14-22].

Таблица

Химический состав, органолептические и физико-химические показатели масел облепихи, расторопши пятнистой и миндаля

Наименования показателя	Масло, полученное из высушенной облепихи при $t \leq 60^{\circ}\text{C}$	Масло расторопши, полученное из семечек	Масло миндаля, полученное из ядра косточек
Внешний вид	Маслянистая жидкость оранжево-красного цвета с характерным запахом и вкусом	Маслянистая жидкость светло-желтого цвета с характерным вкусом	Маслянистая жидкость светло-желтого цвета с характерным запахом и вкусом
Число омыления	193.32	195.14	193.05
Перекисное число, ммоль $\text{O}_2/\text{кг}$	6.54	5.6	2.79
Йодное число, мг $\text{J}_2/100 \text{ г}$	142.85	95.29	80.48
Плотность при 20°C , $\text{г}/\text{см}^3$	0.915	0.919	0.913
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	≤ 0.12	≤ 0.056	0.075
Кислотное число, мг $\text{KOH}/\text{г}$	≤ 4.76	≤ 1.49	0.18
Показатель преломления при 20°C	1.478	1.472	1.468

Обсуждение результатов. Анализ и мониторинг химического состава медицинских масел облепихи, расторопши пятнистой и миндаля обыкновенного проведены методом неконтактной и неразрушающей рамановской спектроскопийной технологии, которая не требует никакой пробоподготовки и позволяет сохранять полученные данные для дальнейшего анализа одних и тех же образцов с целью подтверждения результатов (рис. 1,2).

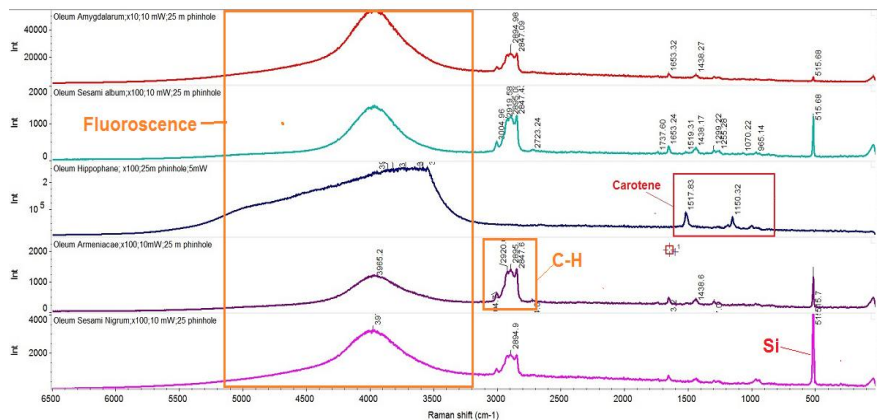


Рис. 1. Спектры комбинационного рассеяния натуральных масел, нанесенных на кремниевую пластину.

Эта технология высокочувствительна к небольшим различиям химического состава исследуемых растворов (в том числе, масел). Метод успешно применяется в США для контроля процесса производства фармацевтических препаратов в соответствии с требованиями Агентства по контролю за продуктами питания и сильнодействующими лекарствами [23, 24]. Для установления структуры и абсолютной конфигурации витамина В-17 были использованы методы ЯМР- ^1H (рис 3) и поляриметрии (α_D^{20}).

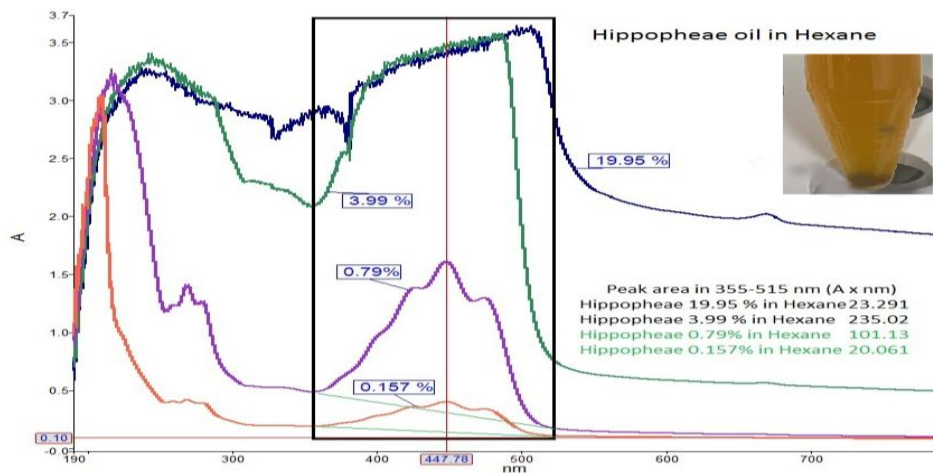


Рис. 2. Пики поглощения UV / VIS при различных концентрациях масла Hippophae.

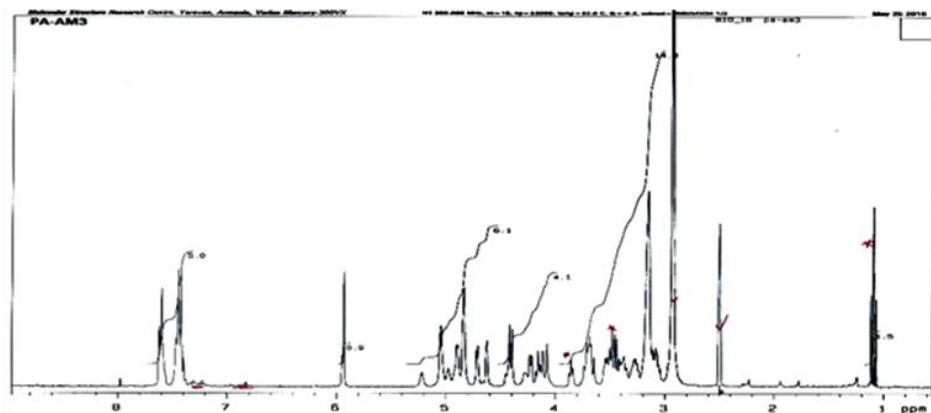


Рис. 3. ЯМР- ^1H спектрограмма витамина В-17. $[\alpha]_{\text{D}}^{20} = -35.51^\circ$ ($c = 5.0$, $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$): $[\alpha]_{\text{D}}^{20} \text{ проб.} = -35.63^\circ$ ($c = 5.0$, $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$):

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Показана принципиальная возможность разработки эффективных и безотходных методов комплексной переработки плодово-ягодного растительного сырья [(облепихи крушиновидной (*Hippophae*), расторопши пятнистой [(*Silybum marianum* (L.) Gaertn)] и миндаля обыкновенного (*Prunus dulcis*)] с применением модифицированного и недорогого метода многоядерной реперколяции.
2. С применением модифицированного и недорогого метода 6-ядерной реперколяционной установки можно одной технологической схемой получить облепиховый сок, масло облепихи с содержанием каротиноидов от 23 до 180 мг% и фураж с содержанием микро- и макроэлементов и витаминов Е, F, k, P.
3. Аналогичной технологической схемой, методом холодного прессования из семян расторопши пятнистой получено высококачественное масло, а из шрота семечек с помощью четырехядерной реперколяционной установки в качестве вторичного продукта выделен широко применяемый в фитотерапии болезней печени кристаллический силимарин.
4. Единой технологической схемой методом холодного отжима получены широко применяемое в косметологии масло обыкновенного миндаля, а из шрота ядер – оптически чистый (в нативном виде) витамин В-17 который под торговым названием «Лазтрил» пропагандируется представителями нетрадиционной медицины как противораковое средство, а также в качестве болеутоляющего средства при боли в желудке.
5. Разработанные технологические схемы универсальны и с незначительными изменениями практически можно применять

для всех видов плодово-ягодного растительного сырья. Применяемые оборудования недорогостоящие, процессы ведутся при невысоких температурах, ядовитые вещества не применяются, а также отсутствуют нежелательные выбросы в окружающую среду.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета по науке МОН РА в рамках научного проекта №18Т-2И168.

**ՉԻՉԽԱՆԻ (HIPPOPHAE), ՊՈՒՏԱՎՈՐ ԿԱԹՆԱՓՈՒՇԻ
[(SILYBUM MARIANUM (L.) GAERTN)] ԵՎ ՍՈՎՈՐԱԿԱՆ ՆՇԻ
(PRUNUS DULCIS) ՆԱԽԱՐԱՐ ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ
ԱՌԱՋՆԱՏԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

**Ա. Ս. ԴԱԴԱՅԱՆ, Լ. Ա. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Ն. Ռ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ա. Ս. ՊՈՂՈՍՅԱՆ,
Գ. Յ. ՀՈՎՍԵՊՓԱՆ, Ս. Գ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ և Ս. Ա. ԴԱԴԱՅԱՆ**

Մշակվել են չիչխանի (*Hippophae*), պուտավոր կաթնափուշի [*(Silybum marianum* (L.) Gaertn)] և նուշ սովորականի (*Prunus dulcis*) համալիր մշակման արդյունավետ և անթափոն տեխնոլոգիաներ: Ցույց է տրվել, որ մոդիֆիկացված ոչ թանկարժեք բազմամարտկոց ռեպերկոլյացիոն մեթոդի կիրառմամբ կարելի է նույն տեխնոլոգիական սխեմայով ստանալ չիչխանի հյուսիս, կարոտինոիդների 23-180 մգ, % պարունակությամբ չիչխանի յուղ, մակրո- և միկրոտարրերի և E, F, K, P վիտամինների պարունակությամբ ֆուրաժ:

Նույնանման տեխնոլոգիական սխեմայով, սառը մամլման եղանակով պուտավոր կաթնափուշի սերմերից ստացվել է բարձրորակ յուղ, իսկ սերմերի քուսպից չորամարտկոցանի ռեպերկոլյացիոն սարքավորման միջոցով որպես երկրորդային արգասիք անջատվել է լյարդի հիվանդությունների բուժման ֆիտոթերապիայում հաճախակի կիրառվող սիլիմարին:

Մինչև նույն տեխնոլոգիական սխեմայով սառը մամլման մեթոդով անջատվել է գեղարարությամբ մեջ լայնորեն օգտագործվող սովորական նշի յուղ, իսկ միջուկների քուսպից՝ վիտամին B-17, որը «Лазерал» անվամբ գովազդվում է այլընտրանքային բժշկության կողմնակիցների կողմից որպես հակառուսեքային և ցավազրկող միջոց ստամոքսի հիվանդության դեպքում:

Չիչխանի, կաթնափուշի և նուշ սովորական յուղերի անալիզն ու մոնիտորինգը հետազոտվել են տիտրիմետրիկ և ոչ կոնտակտային և ոչ քայքայող “Raman” սպեկտրոսկոպիայի տեխնոլոգիայով:

Վիտամին B-17-ի քիմիական կառուցվածքն ու օպտիկական մաքրության աստիճանը որոշվել է ՄՄՌ 1H և պոլարիմետրիկ մեթոդներով:

FEATURES OF INTEGRATED PROCESSING TECHNOLOGIES OF SEA BUCKTHORN (*HIPPOPHAE*), MILK THISTLE [*(SILYBUM MARIANUM (L.) GAERTN)*] AND ORDINARY ALMONDS (*PRUNUS DULCIS*)

A. S. DADAYAN^{1,2}, L. A. STEPANYAN¹, H. R. PETROSYAN², A. S. POGHOSYAN¹,
G. Ts. HOVSEPYAN, S. G. GHAZARYAN and S. A. DADAYAN^{1,2}

¹ The Scientific and Production Center "Armbiotechnology" NAS RA
14, Gyurjyan Str., Yerevan, 0056, Armenia

Fax: (374-10) 654183 E-mail: anidadayan@yahoo.com

² Yerevan State University

Institute of pharmacy

1, A. Manoukyan Str., 0025, Yerevan, Armenia

Efficient and non-waste technologies for the integrated processing of buckthorn (*Hippophae*), milk thistle [*(Silybum marianum (L.) Gaertn)*] and ordinary almond (*Prunus dulcis*) have been developed. It is shown that using a modified and inexpensive method of multicore repercolation one processing circuit can afford buckthorn juice, sea buckthorn oil with carotenoids from 23 mg% to 180 mg% and the forage containing micro- and macroelements together with vitamins E, F, K, P.

Using a similar technological scheme, high-quality oil was obtained from the seeds of milk thistle by cold pressing, and crystalline silymarin, widely used in phytotherapy of liver diseases, was obtained from the meal of seeds with the help of a quad-core recolation unit.

To produce ordinary almond oil, widely used in cosmetology, common almonds cold-pressed, were used; and vitamin B-17, which is marketed under the brand name "Laetrile" as an antitumor drug and as a stomach pain reliever, was obtained from kernel meal.

Analysis and monitoring of the chemical composition of medical oils of sea buckthorn, milk thistle and ordinary almonds were conducted by the method of titrimetry and non-contact and non-destructive Raman spectroscopy.

To establish the chemical composition, structure, and optical purity of vitamin B-17 and crystalline silymarin, ¹H NMR spectroscopy and polarimetry were used.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепаратов, 2004, Геотар-Мед., с. 560.
- [2] Петрова В.П. Дикорастущие плоды и ягоды. М., Лесная промышленность. 1987, с. 248.
- [3] Дубова Е.В., Бессонова В.П., Лыженко И.И. Вопросы экологии и охраны труда в лесостепной и степной зонах. Самара, 1995, с.128.
- [4] Ипатовая Л.Г., Кочеткова А.А., Нечаев А.П., Тутельян В.А. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд. М., ДеЛи принт, 2009, 396 с.
- [5] Vogel G. in: New Natural Products and Plant Drugs with Pharmacological, Biological or Therapeutical activity // Springer Verlag, Berlin; Heidelberg; New York, 1977, p. 249.
- [6] Муравева Д.А. Фармакогнозия, 1991, М., с. 590.
- [7] Дадаян С.А., Петросян Г.Р., Дадаян А.С., Степанян Л.А., Сагян А.С. // Вопросы теоретической и клинической медицины. Научно-практический жур. Армении, 2017, т. 20, №6 (117), с. 55.

- [8] Коцеев А.К. Дикорастущие съдобные растения в нашем питании. Пищевая промышленность. М., 1981, с.286.
- [9] Петрова В.П. Дикорастущие плоды и ягоды. Лесная промышленность. М., 1987, с. 248.
- [10] Препараты облепихи.-Режим доступа: <http://techlekforf.ru/technologya-Summarnyih-galenovih-preparatow/preparaty-iz-svezhih-rasteniy/preparaty-obl.html>.
- [11] Сокольская Т.А. Создание лекарственных средств из плодов расторопши пятнистой; дисс. на соискание уч. степ. фарм. наук: Мед. Академ. им. Сеченова, Москва, 2000.
- [12] Pepping J. // American Journal of health-System Pharmacy, 1999, v.56, №12, p. 1195.
- [13] Gazak R. // Med Chem., 2007, v. 14, №3, p. 315.
- [14] Fischer E., Bergmann M. // European Journal of Inorganic Chemistry, v.50, Issue 1, p. 1047.
- [15] ГОСТ 5478-2014. Сырье лекарственное растительное. Метод определения числа омыления.
- [16] ГОСТ 26593-85. Сырье лекарственное растительное. Метод определения перекисного числа.
- [17] ГОСТ 5475-69. Сырье лекарственное растительное. Метод определения йодного числа.
- [18] ГОСТ 30417-96. Сырье лекарственное растительное. Метод определения витаминов А, Е.
- [19] ГОСТ 18898-89. Сырье лекарственное растительное. Метод определения плотности.
- [20] ГОСТ 5478-2014. Сырье лекарственное растительное. Метод определения массовой доли влаги и летучих веществ.
- [21] ГОСТ 5476-80. Сырье лекарственное растительное. Метод определения кислотного числа.
- [22] ГОСТ 5482-90. Сырье лекарственное растительное. Метод определения коэффициента преломления.
- [23] Darvin M. E, Gersonde I., Albrecht H., Sterry W., Lademann J. Laser methods in biology and medicine. In vivo Raman Spectroscopic Analysis of the Influence of UV radiation on Carotenoid Antioxidant Substance Degradation of the Human Skin. ISSN1054-660X.Laser Physika, 2006, v.16, №5, p. 833.
- [24] Karnjanawipagul P., Nittayanuntaweche W., Rojsanga P., Santornsuk L. Analysis of β -Carotene in Carrot by Spectrophotometry. Mahidol University Journal of Pharmaceutical Science, 2010, v. 37 (1-2), p. 8.