

УДК: 615.32:635.25
DOI

Д.К. САТМБЕКОВА¹, К.М. ИБРАХИМ¹, Ж.К. АЛИМСЕИТОВА², У.С. АЛИМОВА³, М.А. МАДЖИТОВА¹

¹ Казахский Национальный Университет Им. Аль - Фараби, г. Алматы, Казахстан

² Национальный парк «Тарбагатай», с. Уржар, Восточный Казахстан, 3 ТОО «ПЛП «Жанафарм», г. Алматы, Казахстан

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РОДА MALUS MILL. (ОБЗОР)

Резюме: Лекарственное растительное сырье, содержащее ценные биологически активные вещества, было и остается в центре внимания исследователей, занимающихся разработкой лекарственных средств из растительного сырья. Популярность препаратов растительного происхождения объясняется целым рядом преимуществ, характерных для фитопрепаратов, особенно меньшее количество побочных эффектов. Одним из лекарственных растений, потенциал которого с позиции современной медицины и фармации раскрыт далеко не в полной мере, является *Malus sieversii*. Так, накопился ряд вопросов относительно полноты и доказательности сведений по химическому составу и решения проблемы стандартизации сырья данного растения. Поэтому перспективными и первоочередными направлениями являются углубленное изучение данного растения как источника сырья биологически активных соединений. Основные структурные классы яблок (*Malus* sp., Rosaceae) включают полифенолы, полисахариды (пектин), фитостеролы и пентациклические тритерпены, а также витамины и микроэлементы, которые дополняют питательные свойства яблочных плодов.

Исследования в данной работе посвящена изучению химического состава плодов дикорастущих сортов яблони произрастающих в Национальном Парке «Тарбагатай». Исследуемые виды яблонь отличаются высоким содержанием полифенолов, пектина, фитостеролов, пентациклических тритерпенов, в связи с чем они обладают антиоксидантными, противораковыми и противовоспалительными свойствами.

Ключевые слова: род *Malus*, *Malus sieversii*, *Malus domestica*, яблоки, полифенолы, сердечно-сосудистые заболевания, рак.

Д.К. САТМБЕКОВА¹, К.М. ИБРАХИМ¹, Ж.К. АЛИМСЕИТОВА², У.С. АЛИМОВА³, М.А. МАДЖИТОВА¹

¹ ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ, АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН

² ТАРБАҒАТАЙ ҰЛТТЫҚ ПАРКІ, ҮРЖАР АУЫЛЫ, ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН, 3 "ЖАҒАФАРМ ПЛП" ЖШС, АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН

MALUS MILL ТҰҚЫМЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ (Шолу)

Түйін: Құрамында құнды биологиялық белсенді заттар бар дәрілік өсімдік шикізатынан дәрілік заттарды әзірлеумен айналысатын зерттеушілердің назарында болып келеді. Өсімдік тектес препараттардың танымалдылығы фитопрепараттарға тән бірқатар артықшылықтармен, әсіресе жанама әсерлердің аздығымен түсіндіріледі. Қазіргі заманғы медицина мен фармация тұрғысынан әлеуеті толық ашылмаған дәрілік өсімдіктердің бірі – *Malus*

D.K. SATIMBEKOVA¹, K.M. IBRAHIM¹, Zh.K. ALIMSEITOVA², U.S. ALIMOVA³, M.A. MAJITOVA¹

¹ AL - FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY, ALMATY, KAZAKHSTAN

² TARBAGATAI NATIONAL PARK, URZHAR VILLAGE, EAST KAZAKHSTAN, 3 ZHANAFARM PLP LLP, ALMATY, KAZAKHSTAN

PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE GENUS MALUS MILL. (REVIEW)

Resume: Medicinal plant raw materials containing valuable biologically active substances have been and remain in the focus of attention of researchers engaged in the development of medicinal products from plant raw materials. The popularity of herbal preparations is explained by a number of advantages characteristic of herbal medicines, especially fewer side effects. One of the medicinal plants whose potential from the standpoint of modern medicine and pharmacy is not fully disclosed is *Malus sieversii*. So, a number

sieversii. Осылайша, химиялық құрамы туралы ақпараттың толықтығы мен дәлелділігіне және осы өсімдік шикізатын стандарттау мәселесін шешуге қатысты бірқатар сұрақтар жинақталды. Сондықтан бұл өсімдікті биологиялық белсенді қосылыстардың шикізат көзі ретінде терең зерттеу басым бағыттардың бірі болып табылады. Алманың негізгі құрылымдық кластары (*Malus* sp., Rosaceae) құрамына полифенолдар, полисахаридтер (пектин), фитостеролдар және пентациклді тритерпендер, сонымен қатар алма жемістерінің қоректік қасиеттерін толықтыратын дәрумендер мен минералдар кіреді.

Бұл еңбектегі зерттеулер "Тарбағатай" ұлттық паркінде өсетін жабайы алма сорттарының жемістерінің химиялық құрамын зерттеуге арналған. Алма ағаштарының зерттелген түрлері полифенолдардың, пектиннің, фитостеролдардың, пентациклді тритерпендердің жоғары құрамымен ерекшеленеді, сондықтан олар антиоксидантты, қатерлі ісікке қарсы және қабынуға қарсы қасиеттерге ие.

Түйінді сөздер: тұқым *Malus*, *Malus sieversii*, *Malus domestica*, алма, полифенолдар, жүрек-тамыр аурулары, қатерлі ісік

Введение

Как известно, яблоки являются одним из самых ранних плодов, известных человеку, а также широко культивируются в регионах с умеренным климатом. Яблоня относится к роду *Malus* Mill из семейства розоцветных, важного семейства с точки зрения его сельскохозяйственной ценности и количества содержащихся в нем видов [1, 2, 3]. Современная яблоня происходит от дикой яблони *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem., которая произрастает в горах Центральной Азии [3], включая Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан и западный Китай [4].

Яблоки пользуются спросом у населения и, признаются полезными для здоровья и эпидемиологические исследования связывают их потребление со снижением риска некоторых видов рака, сердечно-сосудистых заболеваний, астмы и диабета [5].

Также экспериментально доказано, что яблоки обладают высокой антиоксидантной активностью, подавляют пролиферацию раковых клеток, снижают окисление липидов и снижают уровень холестерина. Яблоки содержат ряд фитохимических веществ, которые являются сильными антиоксидантами, включая кверцетин, катехин, хлоридзин и хлорогеновую кислоту. Фитохимический состав яблок значительно варьируется между различными типами яблок, а также существуют незначительные различия в фитохимических веществах во время созревания и созревания плодов [6]. Ботаническое описание рода *Malus* Mill.

Род *Malus* Мельничный относится к подсемейству Maloideae семейства розоцветных [7] и включает от восьми до 78 основных видов [8-9]. Виды *Malus* были разложены в различное количество секций или подродов, некоторые из которых, в свою очередь, разделены на серии. Современные авторы разделили род *Malus* на пять секций, на основе морфологических при-

знаков и сходства флавоноидов: *Malus*, *Sorbomalus*, *Eriolobus*, *Choromeles* и *Docyniopsis*. Вид *Malus* в Казахстане относится к секции *Malus*, состоящей из серии *Malus*, включающей многие европейские и азиатские виды (включая *M. sieversii* и *M. × domestica*), с плодами, имеющими пять плодоножек и в основном стойкие чашечки на плоде, и серии *Baccatae*, содержащей несколько азиатских видов, с плодами, состоящими из трех-пяти плодоножек и листовых чашечек [7, 9]. Все виды *Malus* - деревья среднего размера, реже кустарники; листья черешковые, с листовыми прилистниками, чередующиеся, вращающиеся в зародыше, реже складчатые, цельные или лопастные; цветки в малоцветковых зонтиковидных кистях, обычно двупольные; лепестки с заметным когтем, белые, розовые или красные, слегка опушенные; тычинки 18-50; фаллоны более или менее соединительные, голые или более или менее волосистые (обычно у основания); плодородное семя, с 2 семенами в каждом из 5 локусов; тест светло-коричневый; мякоть плодов без зернистых клеток [10].

Виды *Malus*, существующими на территории Казахстана, являются: *M. baccata* (L.) Borkh., *M. domestica* Borkh., *M. niedzwetzkyana* Dieck, *M. prunifolia* (Willd.) Borkh и *M. sieversii* (Ledeb.) M. Poes [11].

Keywords: genus *Malus*, *Malus sieversii*, *Malus domestica*, apples, polyphenols, cardiovascular diseases, cancer

Маленькое или часто довольно большое дерево с раскидистой кроной, раздвоенными ветвями и крепкими аннотированными побегами; листья в основном крупные, переменной формы, в основном яйцевидные с округлым основанием, зубчатые, с постоянным опушением с обеих сторон (гораздо менее сильным сверху), короткочерешковые; цветки крупные, белые или розовые, обычно более темные снаружи, с довольно короткими или короткими белыми цветоножками; гипантий и чашечка густо войлочные; плоды обычно крупные, более 3 см в диаметре, коротко сложенные. Цве-

Маленькое или часто довольно большое дерево с раскидистой кроной, раздвоенными ветвями и крепкими аннотированными побегами; листья в основном крупные, переменной формы, в основном яйцевидные с округлым основанием, зубчатые, с постоянным опушением с обеих сторон (гораздо менее сильным сверху), короткочерешковые; цветки крупные, белые или розовые, обычно более темные снаружи, с довольно короткими или короткими белыми цветоножками; гипантий и чашечка густо войлочные; плоды обычно крупные, более 3 см в диаметре, коротко сложенные. Цве-



Рисунок 1 - *Malus domestica* Borkh



Рисунок 2 - *M. baccata* (L.) Borkh



Рисунок 3 - *Malus prunifolia* (Willd) Borkh



Рисунок 4 - *Malus niedzwetzkyana* Dieck

ток цветет в апреле - мае [10].

Небольшое дерево высотой до 10 м; молодые ветви голые; листья до 6 см длиной, эллиптические, яйцевидные или продолговатые, округлые или несколько суженные у основания, острые или резко заостренные, слизистые, остро зубчатые, голые или первоначально опущенные вдоль жилок с длинными голыми черешками; прилистники голые; цветков мало (до 8) в каждом зонтиковидном соцветии; цветоножки 1-3 см длиной, голые; чашелистики вдвое длиннее гипантия, ланцетные, голый снаружи, как гипантий, внутри войлочный; лепестки обратнойцевидные или продолговатые, голые; фасыны намного длиннее тычинок, голые или ланцетные у основания; плоды шаровидные, до 1 см длиной, несколько вдавленные, вогнутые у основания и верхушки, желтые, краснеющие на солнце [10]. Небольшое дерево высотой до 10 м, ветви опушены в молодости; листья яйцевидные или эллиптические, резко заостренные, регулярно и остро зазубренные, вначале разбросано - волосистые снизу, позже голые или опущенные только вдоль жилок с тонкими черешками на 1/3 длины или равными лезвию; цветки белые; чашелистики ланцетные, расходящиеся, голые

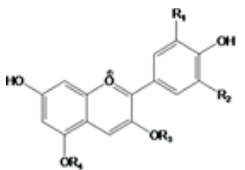

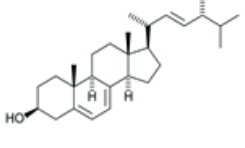
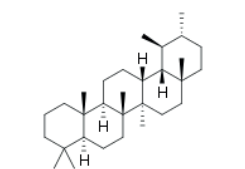


Рисунок 5 - *Malus Sieversii* (Ledeb.) M. Roem

или зубчатые внутри, иногда также опущенные снаружи, но менее густо, устойчивы в плодах, но соединяются у основания в короткую трубку; лепестки с короткими коготками; плоды до 2 см в диаметре, шаровидные или яйцевидные, очень слегка вогнутые у основания, желтые или красные [10].

Небольшое дерево; ветви без оружия, толстоватые, темно-фиолетовые; аннотированные побеги черные; листья обратнойцевидные, эллиптические или продолговатые, суживающиеся к обоим концам, часто клиновидные у основания, слизистые, когда молодые слабо томентозные с обеих сторон, позже только снизу, довольно толстые, красноватые; черешки длинные, довольно тонкие или толстые, довольно густые, как у средней жилки; цветки интенсивно фиолетовые, с тонкими белыми томентозными цветоножками; гипантий и чашка бело-войлочные с обеих сторон; чашелистики ланцетные, заостренные; стебли немного короче тычинок, более или менее войлочно-ланцетные у основания; семечко темно-фиолетово-красное, с розово-фиолетовой мякотью [10].

Дерево высотой 2-10 (14) м, с серо-коричневым или темно-серым стволом и широкой кроной; ветви толстые, обычно безоружные, реже колючие: аннотированные побеги зеленовато-коричневого цвета, обычно более или менее антоцианового цвета, более или менее опушенные; побеги второго года темно-серые с удаленными чечевичками; листья крупные, 6-11 см длиной, 3-5, 5 см шириной, от коротких эллиптических до продолговатых, более или менее клиновидные, реже округлые у основания, обычно резко слизистые, цельные у основания, в остальном грубые и неглубокие зубчатые листья, когда взрослые, как правило, с небольшим количеством волосков только вдоль жилок выше, с заметными (заметными в сухих листьях) жилками, несколько сердцевидные, обычно довольно

Наименование	Структурная формула	Фармацевтическая активность	Методы определения	Ссылка
Полифенолы		<ul style="list-style-type: none"> ● антиоксидантная активность ● гепатопротекторная активность ● ингибирует стеатоз печени ● уменьшает воспалительные процессы ● снижает антибактериальную гликемию ● противораковая активность ● снижает кровяное давление ● инсулинорезистентность ● ингибируют атеросклероз ● кардиопротекторный эффект 	высокоэффективная жидкостная хроматография	24
Пектин		<ul style="list-style-type: none"> ● противораковое ● снижает уровень холестерина в крови ● подавляет всасывание жира 	<ul style="list-style-type: none"> ● осаждение пектина с помощью различных осадителей ● титрование пектиновой кислоты ● полярографические методики ● ИК - спектроскопия. 	25
Фитостеролы		<ul style="list-style-type: none"> ● противовоспалительные свойства ● противоастматические свойства ● отхаркивающие действие ● подавляет синтез и всасывание холестерина ● антиоксидантные свойства 	<ul style="list-style-type: none"> ● высокоэффективная жидкостная хроматография ● газовая хроматография 	26
Пентациклические тритерпены		<ul style="list-style-type: none"> ● цитотоксичность ● противораковый ● анаболическое действие 	<ul style="list-style-type: none"> ● фотоколориметрическая методика ● УФ-спектрофотометрическое определение 	27

сильно, иногда только слегка зубчатые по всей длине; черешки сравнительно короткие или довольно длинные, 1,2 - 3,5 см, толстоватые, более или менее томентозные; соцветия 3- 5-цветковые; цветки крупные, 3,5 – 6 см в диаметре, с длинными, зубчато-ворсинчатыми цветоножками; гипантий густо зубчато-ворсинчатый; чашелистики ланцетные, мелко заостренные, изогнутые, густо зубчатые с обеих сторон; лепестки белорозовые; пестики немного длиннее тычинок, зубчатые до середины или немного выше; рыльце головчатое или ключичное; плоды довольно крупные (1) 3-4 (7) см в диаметре, в основном шаровидные или уплощенно-шаровидные, реже слегка удлинённые, с боков часто угловатые или ребристые, желтые, часто частично антоцианового цвета; плодоножки в основном длинные, (1) 2- 4 (5) см, длиной или длиннее плода, слегка опушенные или голые. Цветет в апреле-мае [10].

Фитохимические компоненты видов *Malus*
 Результаты фитохимических исследований, которые в основном сосредоточены в мякоти и кожуре, показали, что яблоко содержит различные компоненты, в том числе полисахариды, тритерпеноиды, фитостеролы, фенолы и другие компоненты, такие как белок [12], витамины (А, С и Е), β - каротин, металлы и необходимые микроэлементы (например, железо, магний, кальций, цинк, марганец, сера, медь, калий), в которых нуждается человек [13]. Полифенолы содержатся в различных тканях яблока. В частности, типы и содержание полифенолов яблочной кожуры относительно высоки [14, 15].

Фенольные кислоты, дигидрохалконы и флавоноиды являются основными полифенолами яблока. Хлорогеновая кислота и кофейная кислота являются двумя основными фенольными кислотами. Среди дигидрохалконов есть хлоридзин, флоретин и флоретин-20-ксилоглюкозид. А катехины, эпикатехины, проантоцианидины (В1, В2, В5, С1), кверцетин и кверцитрин являются наиболее распространенными флавоноидами. Плоды крабовой яблони (*Malus prunifolia*) содержат больше полифенолов, чем выведенные сорта яблок. В этом плоде были обнаружены эпикатехины и процианидины, галловая кислота, протокатеховая, хлорогеновая, феруловая и п-кумаровая, кверцетин и мирицетин [16, 17].

Яблоки содержат большое количество полисахаридов, включая пектин. Глюкуроновая кислота, лактоза, арабиноза и глюкуроновая кислота являются первичными соединениями, основной структурой которых является полигалактуроновая кислота. В молекуле присутствуют нейтральные полисахаридные боковые цепи, в основном D-галактоза, L-арабиноза и L-рамноза. Это натуральный полимер, обладающий сильными желеобразующими и эмульгирующими свойствами. Яблочный пектин также обладает определенной биологической активностью и широко используется в медицине [17, 18]. Фитостеролы, извлеченные из яблок, включают ситостерин и даукостерин. Фитостеролы в основном содержатся в корнях, стеблях, листьях, плодах и семе-

нах растений и являются частью клеточной мембраны растений [19].

Тритерпены и особенно пентациклические тритерпены составляют значительную часть биологически активных веществ яблока [19]. К ним в основном относятся тритерпеновая кислота, урсоловая кислота, 2-гидроксид урсан, 3, 2-гидроксид урсан-28-овая кислота, олеаноловая кислота, 2-гидроксид океанол, бетулиновая кислота, 3-О-п-кумарил, 3-О-п-кумарил и другие, или 3-транс-циннамоил окси-2-гидроксид-урс-12-ен-28-овая, который является одним из основных компонентов яблочной кожуры [20].

Исследования показали, что яблоко содержит множество витаминов, включая витамин С, Е, β-каротин, а также необходимые минеральные элементы, такие как кальций, железо, калий, марганец, цинк, магний, медь и серу [21]. Кроме того, были обнаружены некоторые важные эндогенные гормоны растений яблони, в том числе ауксин, гиббереллин, цитокинин, абсцизовая кислота и этилен [22]. Витамин С, содержащийся в яблоках, может повысить иммунитет человека, предотвратить злокачественную анемию, а также обладает хорошим антиоксидантным и омолаживающим действием. Цинк является необходимым элементом нуклеиновых кислот и белков, которые связаны с памятью [23].

Биологическая активность видов *Malus*
 Полифенолы, полисахариды, растительные стеролы и тритерпены оказывают большинство полезных эффектов на здоровье человека, включая антиоксиданты, противораковые и противовоспалительные эффекты [17]. В нескольких эпидемиологических исследованиях яблоки были связаны с более низким риском хронических заболеваний, включая сердечно-сосудистые заболевания, рак и астму. Плоды яблока обладают высокой антиоксидантной активностью, могут подавлять пролиферацию раковых клеток, снижать окисление липидов и снижать уровень холестерина, согласно исследованиям *in vitro* и на животных, что может объяснить их роль в снижении риска хронических заболеваний [6].

Заключение. Яблони *Malus* ассоциируется с здоровым человеком, а экспериментальные данные исследований *in vitro* и *in vivo* свидетельствуют о его положительной роли в профилактике и лечении заболеваний. В исследованиях как *in vivo*, так и *in vitro* была оценена эффективность фитохимических веществ, присутствующих в яблоке, против болезней. Потребление яблок и продуктов их переработки или экстрактов, богатых полифенолами, связано со снижением риска развития рака, сердечно-сосудистых заболеваний, диабета и многих других хронических заболеваний, включая астму. Эти преимущества для здоровья обусловлены антиоксидантными и противовоспалительными свойствами полифенолов. В настоящее время все еще существует большой потенциал для разработки и использования биологически активных веществ в яблоках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 F. Lyu, S. F. Luiz, D. R. P. Azeredo, A. G. Cruz, S. Ajlouni, and C. S. Ranadheera, 'Apple pomace as a functional and healthy ingredient in food products: A review', *Processes*, vol. 8, no. 3, 1–15, 2020
- 2 R. N. Spengler, 'Origins of the apple: The role of megafaunal mutualism in the domestication of *Malus* and rosaceous trees', *Front. Plant Sci.*, 10: 1–18, 2019
- 3 T. Bohn and J. Bouayed, 'Apples: an apple a day, still keeping the doctor away?', ch. 37, 595–612, 2020
- 4 G. M. Volk, A. D. Henk, A. Baldo, G. Fazio, C. T. Chao, and C. M. Richards, 'Chloroplast heterogeneity and historical admixture within the genus *Malus* 1', vol. 102, 1198–1208, 2015
- 5 M. Carla Solera, José M. Soriano, 'Apple-Products Phytochemicals and Processing: A Review', *Nat. Prod. Commun.*, vol. 4, no. 5, 659–670, 2009.
- 6 J. Boyer, R. H. Liu 'Apple phytochemicals and their health benefits', *Nutr. J.*, 3: 5, 2004
- 7 Phipps, J.B., Robertson, K.R., Smith, P.G. and Rohrer, J.R. A checklist of the subfamily Maloideae (Rosaceae). *Canadian Journal of Botany* 68, 2209–2269. 1990
- 8 Ponomarenko, V.V. Review of the species in the genus *Malus* Mill. *Shhornik Nauchnykh Trudov po Prikladnoi Botanike, Genetike i Selektii* 106, 3–27, 1986
- 9 Luby, J. Taxonomy, classification and brief history. in *Apples: Botany, Production and Uses*, CABI, Cambridge, Massachusetts, 1–14, 2003
- 10 Komarov, V.L., ed. *Flora of the USSR*, Vol. 9, 1968
- 11 Abdulina, S. A. Checklist of vascular plants of Kazakhstan. Almaty: Ministry of Science, Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Institute of Botany and Phytointroduction, 1999
- 12 Feliciano R.P., Antunes C., Ramos A., Serra A.T., Figueira M.E., Duarte C.M.M., de Carvalho A., Bronze M.R. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1. Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. *J Funct Foods*, 2:35-45, 2010
- 13 Tsao R., Yang R., Young J.C., Zhu H.H. Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). *J Agri Food Chem*, 51:6347- 53, 2003
- 14 Wolfe K.L., Liu R.H. Apple peels as a value-added food ingredient. *J Agric Food Chem*, 51:1676-83, 2003
- 15 L. Bai, S. Guo, Q. Liu, X. Cui, and X. Zhang, 'ScienceDirect Characterization of nine polyphenols in fruits of *Malus pumila* Mill by high-performance liquid chromatography', *J. Food Drug Anal.*, vol. 24, no. 2, 293–298, 2015
- 16 John, K.M.M., Enkhtavan, G., Kim, J.J., Kim, D.H. Metabolic variation and antioxidant potential of *Malus prunifolia* (wild apple) compared with high flavon-3-ol containing fruits (apple, grapes) and beverage (black tea). *Food Chem.*, 163, 46–50, 2014
- 17 J. Patocka et al., '*Malus domestica*: A review on nutritional features, chemical composition, traditional and medicinal value', *Plants*, vol. 9, no. 11, 1–19, 2020
- 18 Lutz, R., Aserin, A., Wicker, L., Garti, N. Structure and physical properties of pectins with block-wise distribution of carboxylic acid groups. *Food Hydrocoll.*, 23, 786–794.2009
- 19 He, X., Liu, R.H. Triterpenoids isolated from apple peel have potent antiproliferative activity and may be partially responsible for apple's anticancer activity. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 4366–4370, 2007
- 20 Qiao, A., Wang, Y., Xiang, L., Wang, C., He, X. A novel triterpenoid isolated from apple functions as an anti-mammary tumor agent via a mitochondrial and caspase-independent apoptosis pathway. *J. Agric. Food Chem.*, 63, 185–191, 2015
- 21 Richardson, A.T., Cho, J., McGhie, T.K., Larsen, D.S., Schaffer, R.J., Espley, R.V., Perry, N.B. Discovery of a stable vitamin C glycoside in crab apples (*Malus sylvestris*). *Phytochemistry*, 173, 112297, 2020
- 22 Bai, T., Yin, R., Li, C., Ma, F., Yue, Z., Shu, H. Comparative analysis of endogenous hormones in leaves and roots of two contrasting *Malus* species in response to hypoxia stress. *J. Plant Growth Regul.*, 30, 119–127, 2011
- 23 Henríquez, C., Speisky, H., Chiffelle, I., Valenzuela, T., Araya, M., Simpson, R., Almonacid, S. Development of an ingredient containing apple peel, as a source of polyphenols and dietary fiber. *J. Food Sci.*, 75, 172–181, 2010
- 24 М.В. Кочетова, Е.Н. Семенистая, О.Г. Ларионов, А.А. Ревина, Определение биологически активных фенолов и полифенолов в различных объектах методами хроматографии, Успехи химии, 2007, Том 76, Номер 1, Страницы 88-100.
- 25 З.В.Василенко, В.А.Седакова, Методики количественного определения пектина, Вестник фармации № 3 (29) 2005
- 26 Воробьева ольга александровна, Разработка и стандартизация фитопрепарата бетулина и тимоло на основе масла семян тыквы, нижний новгород – 2016
- 27 Т. А. Брежнева, а. А. Мальцева, с. А. Боева, а. И. Сливкин, н. В. Мироненко, Исследование возможности количественного определения тритерпеновых сапонинов методом УФ-спектрофотометрии, Вестник вку, серия: химия. Биология. Фармация, 2007, № 2

REFERENCES

- 1 F. Lyu, S. F. Luiz, D. R. P. Azeredo, A. G. Cruz, S. Ajlouni, and C. S. Ranadheera, 'Apple pomace as a functional and healthy ingredient in food products: A review', *Processes*, vol. 8, no. 3, 1–15, 2020
- 2 R. N. Spengler, 'Origins of the apple: The role of megafaunal mutualism in the domestication of *Malus* and rosaceous trees', *Front. Plant Sci.*, 10: 1–18, 2019
- 3 T. Bohn and J. Bouayed, 'Apples: an apple a day, still keeping the doctor away?', ch. 37, 595–612, 2020
- 4 G. M. Volk, A. D. Henk, A. Baldo, G. Fazio, C. T. Chao, and C. M. Richards, 'Chloroplast heterogeneity and historical admixture within the genus *Malus* 1', vol. 102, 1198–1208, 2015
- 5 M. Carla Solera, José M. Soriano, 'Apple-Products Phytochemicals and Processing: A Review', *Nat. Prod. Commun.*, vol. 4, no. 5, 659–670, 2009.
- 6 J. Boyer, R. H. Liu 'Apple phytochemicals and their health benefits', *Nutr. J.*, 3: 5, 2004
- 7 Phipps, J.B., Robertson, K.R., Smith, P.G. and Rohrer, J.R. A checklist of the subfamily Maloideae (Rosaceae). *Canadian Journal of Botany* 68, 2209–2269. 1990
- 8 Ponomarenko, V.V. Review of the species in the genus *Malus* Mill. *Shhornik Nauchnykh Trudov po Prikladnoi Botanike, Genetike i Selektii* 106, 3–27, 1986
- 9 Luby, J. Taxonomy, classification and brief history. in *Apples: Botany, Production and Uses*, CABI, Cambridge, Massachusetts, 1–14, 2003
- 10 Komarov, V.L., ed. *Flora of the USSR*, Vol. 9, 1968
- 11 Abdulina, S. A. Checklist of vascular plants of Kazakhstan. Almaty: Ministry of Science, Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Institute of Botany and Phytointroduction, 1999
- 12 Feliciano R.P., Antunes C., Ramos A., Serra A.T., Figueira M.E., Duarte C.M.M., de Carvalho A., Bronze M.R. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1. Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. *J Funct Foods*, 2:35-45, 2010
- 13 Tsao R., Yang R., Young J.C., Zhu H.H. Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). *J Agri Food Chem*, 51:6347- 53, 2003
- 14 Wolfe K.L., Liu R.H. Apple peels as a value-added food ingredient. *J Agric Food Chem*, 51:1676-83, 2003
- 15 L. Bai, S. Guo, Q. Liu, X. Cui, and X. Zhang, 'ScienceDirect Characterization of nine polyphenols in fruits of *Malus pumila* Mill by high-performance liquid chromatography', *J. Food Drug Anal.*, vol. 24, no. 2, 293–298, 2015
- 16 John, K.M.M., Enkhtavan, G., Kim, J.J., Kim, D.H. Metabolic variation and antioxidant potential of *Malus prunifolia* (wild apple) compared with high flavon-3-ol containing fruits (apple, grapes) and beverage (black tea). *Food Chem.*, 163, 46–50, 2014
- 17 J. Patocka et al., '*Malus domestica*: A review on nutritional features, chemical composition, traditional and medicinal value', *Plants*, vol. 9, no. 11, 1–19, 2020
- 18 Lutz, R., Aserin, A., Wicker, L., Garti, N. Structure and physical properties of pectins with block-wise distribution of carboxylic acid groups. *Food Hydrocoll.*, 23, 786–794.2009
- 19 He, X., Liu, R.H. Triterpenoids isolated from apple peel have potent antiproliferative activity and may be partially responsible for apple's anticancer activity. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 4366–4370, 2007
- 20 Qiao, A., Wang, Y., Xiang, L., Wang, C., He, X. A novel triterpenoid isolated from apple functions as an anti-mammary tumor agent via a mitochondrial and caspase-independent apoptosis pathway. *J. Agric. Food Chem.*, 63, 185–191, 2015
- 21 Richardson, A.T., Cho, J., McGhie, T.K., Larsen, D.S., Schaffer, R.J., Espley, R.V., Perry, N.B. Discovery of a stable vitamin C glycoside in crab apples (*Malus sylvestris*). *Phytochemistry*, 173, 112297, 2020

- 22 Bai, T., Yin, R., Li, C., Ma, F., Yue, Z., Shu, H. Comparative analysis of endogenous hormones in leaves and roots of two contrasting Malus species in response to hypoxia stress. J. Plant Growth Regul., 30, 119–127, 2011
23. Henríquez, C., Speisky, H., Chiffelle, I., Valenzuela, T., Araya, M., Simpson, R., Almonacid, S. Development of an ingredient containing apple peel, as a source of polyphenols and dietary fiber. J. Food Sci., 75, 172–181, 2010
- 24 M.V. Kochetova, E.N. Semenistaja, O.G. Larionov, A.A. Revina, Opredelenie biologicheski aktivnyh fenolov i polifenolov v razlichnyh ob#ektah metodami hromatografii, Uspehi himii, 2007, Tom 76, Nomer 1, Stranicy 88-100.
- 25 Z.V.Vasilenko, V.A.Sedakova, Metodiki kolichestvennogo opredelenija pektina, Vestnik farmacii № 3 (29) 2005
- 26 Vorob'eva ol'ga aleksandrovna, Razrabotka i standartizacija fitopreparata betulina i timola na osnove masla semjan tykvy, nizhnij novgorod – 2016
- 27 T. A. Brezhneva, a. A. Mal'ceva, s. A. Boeva, a. I. Slivkin, n. V. Mironenko, Issledovanie vozmozhnosti kolichestvennogo opredelenija triterpenovyh saponinov metodom uf-spektrfotometrii, Vestnik vgu, serija: himija. Biologija. Farmacija, 2007, № 2

Авторлардың үлесі. Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

Мүдделер қақтығысы – мәлімделген жоқ.

Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған. Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ.

Қаржыландыру жүргізілмеді.

Вклад авторов. Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи.

Конфликт интересов – не заявлен.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами.

При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представительствами.

Финансирование – не проводилось.

Authors' Contributions. All authors participated equally in the writing of this article.

No conflicts of interest have been declared.

This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers.

There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work.

Funding - no funding was provided.

Сведения об авторах

Сатмбекова Динара Канатовна, и.о. доцента кафедры фундаментальной медицины, КазНУ им. аль-Фараби satmbekova.dinara@med-kaznu.com