

АРОНИЯ МИЧУРИНА: ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВИДА, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЫРЬЯ И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ (ОБЗОР)

О.В. Пугачева, О.В. Тринеева, А.И. Сливкин, Т.А. Брежнева

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Поступила в редакцию 26.06.2024 г.

Аннотация. Рябина черноплодная, представитель рода арония, широко культивируется на территории нашей страны. Ранее это растение отождествляли с аронией черноплодной, однако по имеющимся к настоящему времени данным культивируемая арония в России и странах ближнего зарубежья относится к отдельному виду – арония Мичурина – результат скрещивания аронии черноплодной и рябины обыкновенной. В литературе авторы до сих пор это растение чаще относят к другому виду, даже когда анализ проводят на сортах аронии Мичурина. В данной работе собрана информация о происхождении данного вида, по выявлению состава биологически активных веществ разных групп (БАВ) в плодах и листьях аронии, а также по направлениям их возможного применения. Наиболее изучен состав БАВ плодов рябины черноплодной. Они богаты флавоноидами, в том числе антоцианами, витаминами. Являются источниками цианидина и его гликозидов, рутина, катехина, кемферола и др. Применение их в медицине обусловлено антиоксидантной активностью антоцианов, а также Р-витаминной активностью некоторых флавоноидов. Также они могут служить источниками витаминов и микроэлементов. Листья рябины черноплодной изучены недостаточно. На данный момент известно, что в них содержатся флавоноиды, в том числе антоцианы, дубильные вещества, сапонины. Большинство существующих на данный момент исследований были связаны с определением флавоноидов и антоцианов. В разных исследованиях и для плодов, и для листьев обнаруживали наличие антимуtagenного, антиканцерогенного, кардиопротекторного, антиагрегатного, гепатопротекторного, гастропротекторного, антидиабетического, противовоспалительного, антибактериального, противовирусного, радиационнопротекторного, иммуномодулирующего действий. Плоды являются фармакопейным сырьем, хотя в фармакопейных статьях указано латинское название *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott., и применяются в медицине как антиоксидантное и Р-витаминное средство. Листья также могут быть рекомендованы к использованию в медицине после проведения более полных исследований фитохимического состава, показателей безопасности применения данного сырья, а также разработке методик его стандартизации.

Ключевые слова: арония Мичурина, рябина черноплодная, происхождение вида, листья, плоды, химический состав.

Род арония (*Aronia*) включает в себя листовые кустарники, исторически произраставших на территории Северной Америки, преимущественно в ее восточной части во влажных местообитаниях. В естественном ареале растут небольшими колониями – клонами. Род входит в подсемейство *Maloideae*, семейства *Rosaceae*.

Издавна растение применялось в народной медицине коренным населением Америки в виде чая при простуде. Так же плоды аронии использовали для получения высокопитательного продукта – пеммикана – высушенное мясо бизонов с добавлением сушеных ягод, ягодного сока и специй. Прибыв-

шие в Северную Америку в период ее колонизации поселенцы так же заметили полезные свойства представителей рода *Aronia*, используя плоды и кору как вяжущее средство [1,2].

К этому роду относится известная в России рябина черноплодная. В нашей стране растение получило распространение в 20 веке благодаря деятельности известного селекционера И.В. Мичурина. В ходе своей работы с полученными из Германии семенами аронии черноплодной, он проводил опыты по выведению крупноплодной аронии, пригодной в пищу и способной выдержать даже суровый климат, так как плоды аронии черноплодной были мелкими, сухими, несъедобными. Опыты были успешны и полученное растение И.В. Мичурин назвал «рябина черноплодная» [3].

Благодаря высокой урожайности и зимостойкости с 1935 г. началось распространение рябины черноплодной по СССР, в том числе в Прибалтике, Беларуси, Украине, Молдавии. После середины 20 века рябину черноплодную начали завозить в страны Европы. Например, коммерческое выращивание в Швеции началось в 1986 г. Популярно оно и в других странах: Финляндии, Германии, Румынии, Венгрии, Чехии, Словакии. В 1976 г выведенный вид завезен в Японию. Сорта рябины черноплодной были привезены и на родину – в Северную Америку [1-3].

Традиционно рябина черноплодная считалась крупноплодной формой аронии черноплодной, однако была доказана ее принадлежность к другому виду - аронии Мичурина. Из-за этого в литературе часто встречаются разночтения, когда культивируемую аронию относят к неверному виду и часто не делают отличий между ними. При анализе литературных источников сделать вывод об ошибочном применении видового названия можно при указании сорта. В том случае, если сорт не указан косвенным подтверждением правильности указания видового названия как «арония черноплодная» может являться место сбора образцов – Северная Америка. Если исследование проводилось в России, странах СНГ, Европе, то вероятнее всего его проводили на сырье «аронии Мичурина» даже в том случае, когда указан вид «арония черноплодная». Наиболее изученным является химический состав и биологическая активность плодов, реже проводят исследования листьев представителей данного рода. Особенно много исследований в научной литературе касаются аронии черноплодной, однако многие из них проводились относительно давно, поэтому не всегда учитывают существование вида аронии Мичурина.

Так в Государственную фармакопею (ГФ) XIV издания включены ФС.2.5.0002.15 «Аронии черноплодной свежие плоды» и ФС.2.5.0 003.15 «Аронии черноплодной сухие плоды», где указано латинское название *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott. Наиболее вероятно, что данное название употребляется неверно [4, 7]. В связи с вышесказанным актуальным следует считать систематизацию литературных данных об аронии Мичурина и изучение отличительных особенностей представителей рода арония для предотвращения дальнейших ошибок в наименовании отдельных видов.

Цель работы – обобщить и систематизировать данные отечественной и зарубежной литературы о происхождении вида аронии Мичурина, химическом составе сырья (плодов и листьев) и применении в медицине и фармации.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Ботаническая характеристика видов рода Арония. Согласно современной классификации, род *Aronia* включает следующие общепринятые виды: арония черноплодная (*A. melanocarpa*), арония древовидная (*A. arbutifolia*) и арония сливолистная (*A. prunifolia*), которая считается природным гибридом двух других видов (рис. 1). Также к нему относят искусственно созданный вид аронии Мичурина (*A. mitschurinii*) [1, 3-6].

Арония сливолистная и древовидная имеют явные внешние различия с аронией черноплодной. В первую очередь различие заметно в цвете плодов: сливолистная - пурпурного цвета, древовидная – красные, а черноплодная - черные [6, 8]. Сравнительное ботаническое описание видов рода арония приведено в таблице 1.

В США в XX веке арония черноплодная считался мало декоративным кустарником, часто уничтожался как сорняк. Первые данные о появлении в России относятся к XIX веку [1].

Происхождение Аронии Мичурина. В научной литературе часто отсутствует разграничение между аронией черноплодной и аронией Мичурина. Культурную рябину черноплодную предложили выделять отдельным видом в 1982 г. А.К. Скворцов, Ю. К. Майтулина. Они обратили внимание на различия формы и размера плодов, размеров листовых пластинок дикой североамериканской аронии черноплодной и тех растений, что культивировались на территории СССР (рис. 3). Кроме того, они отмети-



Рис. 1. Куст аронии: а - черноплодной (*Aronia melanocarpa*); б - древовидной (*Aronia arbutifolia*); в - сливоливной (*Aronia prunifolia*); г - (*Aronia* × *mitschurinii* A.K. Skvortsov & Maitul)



Рис. 2. Естественный ареал распространения аронии черноплодной (*Aronia melanocarpa*) (на территории США по данным <https://plants.usda.gov/>)

ли различия в морозостойкости и степени изменчивости данных растений. Культивируемая в СССР рябина черноплодная характеризовалась постоянством внешних признаков и чрезвычайной морозостойкостью, в то время как дикие растения США обладали высокой изменчивостью и умеренной морозостойкостью. На основании описанных различий культивируемую рябину черноплодную описали как новый вид, который был назван аронией Мичурина [11].

Арония Мичурина четко отличается по морфологическим признакам от аронии черноплодной (таблица 1). Все признаки стабильны у разных представителей вида. В ходе RAPD-анализа было проанализировано 8 североамериканских популяций, 5

Таблица 1

Сравнительное ботаническое описание видов рода арония

№ п/п	Характеристика	Вид аронии			
		Черноплодная [1, 3, 9,10]	Древовидная или арония землянично-колистная	Сливолистная [1, 3, 10]	Мичурина [1, 3, 11]
1	Жизненная форма	Кустарник, высота которого составляет 0,5-1 м	Кустарник высотой 1,8-3 м	Наиболее высокий вид, до 4 м высотой	Кустарник достигает 1-2,5 м
2	Внешний вид	С голыми побегами, листья также обычно голые, однако встречаются варианты и с опушенными листьями	Отличается опушенными, войлочными побегами	Похож на аронию древовидную, но менее опушен	Похож на аронию черноплодную, более облиственный
3	Листья	По форме могут быть эллиптическими или овально-ланцетными	Могут быть эллиптическими, продолговатыми, обратнояйцевидными, характеризуются очень яркой красной окраской	Характер опушения, как и большинство других морфологических признаков, носит промежуточный характер между родительскими видами	Более крупные, эллиптические
4	Соцветия	Малоцветковые (4-6 штук)	Опушенные, от 9 до 20 цветков		Насчитывается 12-35 цветков, диаметр их больше, чем у аронии черноплодной
5	Плоды	Черные матовые небольшие, диаметром 6-8 мм, по форме варьируют от овальной до грушевидной, суховатый, мало-сладкий	Вишнево-красные, диаметром - 5-7 мм	Пурпурно-черные, 9-10 мм, блестящие	Черные, шаровидные, матовые, имеют приятный вкус, более крупные
6	Естественный ареал распространения	Восточная часть Северной Америки (рис. 2)	Ареал совпадает с ареалом аронии черноплодной. Данные виды широко культивируются		Культигенный вид
7	Места обитания	Растет преимущественно во влажных местах: болота, пойменные леса, берега водных потоков. Но может расти и в более сухих местах обитания. Предпочитает хорошо освещенные места или слабую тень	Занимает более влажные места обитания		Культивируется широко по всей территории бывшего СССР и стран Восточной Европы
8	Морозостойкость	IV зона			II зона, максимально низкие температуры -45 – -40°C

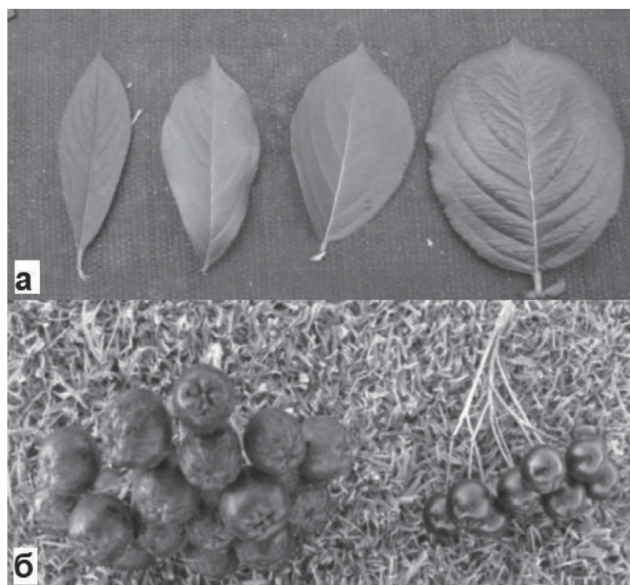


Рис. 3. Различия формы и размера плодов представителей рода арония: а – сравнение размеров листьев слева направо – арония древовидная, арония черноплодная, арония сливолистная, арония Мичурина, б – сравнение морфологии плодов аронии Мичурина (слева) и аронии черноплодной (справа)

новосибирских экземпляров и 4 культивара: сорта «Неро», «Арон», «Викинг» и *Aronia melanocarpa* var. *elata*. Все культивируемые растения относились к тетраплоидам с низкой степенью изменчивости, а растения естественного происхождения были как диплоидами, так и тетраплоидами. При этом диплоидные растения отличались высокой изменчивостью. Был сделан вывод, что тетраплоидные формы – гибриды разных видов или родов, то есть аллополиплоиды. Они не относятся к аронии черноплодной, которая является одним из родительских видов. При этом показано, что вид был получен не только как результат гибридизации, но и как результат макромутации [12].

С помощью AFLP-анализа были четко идентифицированы различные близкородственные виды подтрибы *Pyrinae* семейства *Rosaceae*, принадлежащие к родам *Aronia*, *Sorbus*, *Sorbaronia*. Разные сорта аронии Мичурина («Викинг» и «Неро» не могли различить при генетическом анализе, следовательно, все сорта являются апомиктными потомками одного предшественника. Показано, что рябина черноплодная содержит в своем генотипе участки, характерные как для рода *Aronia*, так и для рода *Sorbus*. Наиболее близкими к ней являются арония черноплодная и арония сливолистная, что позволяет предположить, что один из этих видов лег в основу создания крупноплодных форм аронии. Вероятнее

всего И.В. Мичурин скрещивал его с рябиной вида *S. aucuparia*, так как он относительно просто скрещивается с представителями рода арония. Генетически арония Мичурина в большей степени относится к роду *Aronia*. В целом анализ подтвердил, что культивируемая арония Мичурина – отдельный вид, являющийся гибридом растений близкородственных родов, и являющейся на 75% аронией черноплодной, а на 25% – рябиной обыкновенной [6]. По этим причинам плоды аронии, включенные в ГФ XIV издания правильнее называть «Аронии Мичурина плоды». При этом наиболее часто используемое название «рябина черноплодная» также правомерно [4, 7].

Существует ряд номенклатурных проблем с разграничением аронии Мичурина и рода *Sorbaronia*. К этому роду относят гибриды различных видов *Sorbus* и *Aronia*. Характерным отличием его представителей является большое количество морфотипов с признаками, промежуточными между родительскими видами, кроме того, все они являются диплоидами или триплоидами. В свою очередь арония Мичурина не имеет внешних признаков, сходных с родом *Sorbus*, и, как отмечалось ранее, всегда является тетраплоидом [1, 12, 13].

В Европе и Азии рябина черноплодная получила распространение только в середине 20 века, за эти годы было выведено множество сортов: «Hugin» (Швеция), «Nero» (Польша), «Викинг» (Финляндия), «Черноокая», «Мулатка» (Россия) и др. [1]. В дикорастущем виде практически не встречается. В последние десятилетия встречаются дичающие образцы. Особенно активно этот процесс начался в начале 21 века. В некоторых регионах натурализация вида происходит настолько быстро, что может наносить вред биоразнообразию. По этой причине аронию Мичурина внесли в Черные книги флоры Беларуси и Нижегородской области [14, 15].

Химический состав БАВ плодов представителей рода арония. Плоды являются наиболее изученной частью рябины черноплодной в плане качественного и количественного состава веществ.

Антоцианы являются основной группой БАВ плодов. За годы изучения рябины черноплодной из этой группы веществ были выявлены гликозиды цианидина: цианидин-3-О-глюкозидом, цианидин-3-О-арабинозид, цианидин-3-О-галактозидом и цианидин-3-О-ксилозидом [16-17].

По данным группы американских ученых под руководством R.Taheri представители рода арония, в том числе арония Мичурина сорта «Викинг», рассматриваются как источники антоцианов, флаваноидов, гидроксикоричных кислот и проантоциани-

динов, содержание которых определяли методом ВЭЖХ-МС. Результаты приведены в таблице 2 [8].

Сразу в нескольких исследованиях было показано, что преобладающим из них является цианидин-3-О-галактозид. По данным исследований В.И. Дейнеки [4] и соавторов доля гликозидов цианидина в представителях видов аронии уменьшается в ряду: галактозид, арабинозид, ксилозид, галактозид. Сумма антоцианов составила 0,83 мг%, 0,70 мг% и 0,44 мг% в плодах ароний черноплодной, Мичурина и сливолистной соответственно (табл. 3). Сумма хлорогеновых кислот уменьшается в том же ряду, что и сумма антоцианов: арония черноплодная - 0,341 мг%, арония Мичурина - 0,177 мг%, арония сливолистная - 0,157 мг%. Соотношение 3-кофеоилхинной (3CQA), 5-кофеоилхинной (5CQA) и 4-кофеоилхинной (4CQA) кислот отличается для представителей разных видов (табл. 3). Так же авторы исследования делают вывод, что полученные результаты согласуются с происхождением аронии Мичурина как гибрида аронии черноплодной и рябины обыкновенной, так как ими был найден состав хлорогеновых кислот в плодах рябины обыкновенной с явным преобладанием 5-кофеоилхинной кислоты: 22,8% 3CQA, 70,4% 5CQA и 1,8% 4CQA, соответственно, содержание хлорогеновых кислот в

плодах рябины черноплодной имеем промежуточное значение между родительскими видами [4].

В некоторых исследованиях американскими учеными Xianli Wu с соавторами в плодах аронии черноплодной качественно были обнаружены пеларгонидин-3-арабинозид и пеларгонидин-3-галактозид [18].

В существующих спектрофотометрических методиках, которые чаще всего используются для количественного определения суммы антоцианов, пересчет ведут на цианидин-3-глюкозид. Согласно данным ученых СамГМУ В.А. Куркину и А.В. Егорову она составляет 4,34-5,15 % в свежих плодах и 3,09-3,22 % в воздушно-сухих плодах. Так как исследование проводилось на образцах, собранных в Самарской области, вероятнее всего исследованию подвергалась арония Мичурина, хотя в статье указана арония черноплодная [19].

Анализ экстракта из плодов аронии Мичурина сорта «Викинг», культивируемого в Финляндии, методом ВЭЖХ показал следующий полифенольный профиль: кемпферол 0,8%, кверцетин 33,9%, мирицетин 0,9%, р-кумаровая кислота 9,2%, кофейная кислота 10,3%, феруловая кислота 41,7%, р-гидроксibenзойная кислота 0,3%, эллаговая кислота 2,8% [23].

Таблица 2

Содержание гидроксикоричных кислот, антоцианов и флавонолов в плодах представителей рода арония (*R. Taheri*)

БАВ	Арония древовидная	Арония сливолистная	Арония черноплодная	Арония Мичурина
Хлорогеновая кислота	+	+	+	+
Неохлорогеновая кислота	Обнаружено в одном образце	+	+	+
Цианидин-3-галактозид	+	+	+	+
Цианидин-3-глюкозид	Обнаружено в двух образцах	+	+	+
Цианидин-3-арабинозид	+	+	+	+
Цианидин-3-ксилозид	-	Обнаружено в одном образце	Обнаружено в трех образцах	+
Кверцетин-3-галактозид	+	+	+	+
Кверцетин-3-глюкозид	+	+	+	+
Кверцетин-3-рутинозид	+	+	+	+

Таблица 3

Содержание гликозидов цианидина и хлорогеновых кислот в представителях рода арония (по В.И. Дейнеке)

Содержание БАВ, % от общей суммы	Арония		
	сливолистная	черноплодная	Мичурина
Содержание гликозидов цианидина			
Цианидин-3-галактозид	68,3	69,4	66,4
Цианидин-3-глюкозид	3,1	0,7	3,3
Цианидин-3-арабинозид	22,4	27,8	24,6
Цианидин-3-ксилозид	4,2	1,1	4,2
Содержание хлорогеновых кислот			
3CQA	37,7	71,9	52,3
5CQA	59,1	13,3	45,2
4CQA	3,1	14,7	2,6

Ряд исследований состава БАВ плодов аронии Мичурина сортов «Викинг», «Вениса», «Алтайская крупноплодная» проводились учеными в ВГУ. Содержание суммы органических кислот в свежесобранных и высушенных плодах составляет 5,00% и 1,67% соответственно. Методом капиллярного электрофореза были выявлены яблочная (1,188%), янтарная (0,015%), масляная (менее 0,05%), молочная (0,03%), фумаровая (0,006%), лимонная (0,309%), уксусная (0,036%), пропионовая (0,03%) и сорбиновая (0,042%) кислоты. Доказано присутствие в плодах и дубильных веществ, например, галловой кислоты, что обуславливает вяжущий вкус плодов, количество которых варьируется в зависимости от сорта от 8,8% (сорт «Викинг») до 16,0% (сорт «Вениса») при перманганатометрическом определении и от 0,98% (сорт «Алтайская крупноплодная») до 1,53% (сорт «Вениса») при спектрофотометрическом определении [21-24]. Плоды аронии богаты витаминами и витаминоподобными веществами. Подробные исследования состава витаминов проводили Елисеєва Л.Г. и Блинникова О.М. на примере плодов рябины черноплодной сорта «Черноокая». В сырье был обнаружен большой перечень веществ из этой группы нутриентов. Не считая Р-витаминных веществ: катехинов (1422 мг%), антоцианов (690,8 мг%) и флавонолов (248,9 мг%), о которых упоминалось ранее, в наибольшем количестве в сырье присутствуют аскорбиновая кислота (20,83 мг%) и холин (37,70 мг%). Содержание других витаминов и витаминоподобных веществ значительно меньше: сумма каротиноидов (2,03 мг%), ниацин (1,67 мг%), фолиевая кислота (1,4 мг%). Уровень таких веществ, как тиамин (0,006 мг%), рибофлавин (0,011 мг%), пиридоксин (0,034 мг%) минимален. Авторы также отмечают, что плоды рябины черноплодной богаты пищевыми волокнами, органическими кислотами, за счет чего могут быть использованы в качестве источника БАВ, в том числе в пищевой промышленности [16,18].

Также плоды могут служить источниками микро- и макроэлементов. Обнаружены эссенциальные элементы: кальций (80 мг%), натрий (70 мг%), калий (270 мг%), железо (1,57 мг%), кобальт (1,3 мкг%), цинк (0,614 мг%), селен (1,1 мкг%), хром (124 мкг%), фосфор (30 мг%), магний (13 мг%), медь (0,281 мг%), марганец (0,433 мг%), йод (3,1 мкг%). Из условно-эссенциальных и токсичных элементов идентифицированы: серебро, барий, цезий, стронций, мышьяк, сурьма, селен [17, 18, 21, 25]. Количество токсичных элементов не превышало нормы ГФ РФ XIV издания [59].

Американскими учеными Bolling B.W. и соавторами (на примере сока аронии Мичурина сорта «Викинг» с первой по седьмую неделю созревания) было показано, что содержание кислот, сахаров и полифенолов в плодах в процессе созревания изменяется. Так кислотность со временем практически не изменяется (3,45 в первую неделю, 3,40 в седьмую неделю). Количество кислот снижается с 1,15% до 0,91%, а содержание сахаров растет: фруктозы с 22,0 г/кг до 32 г/кг, глюкозы с 22 г/кг до 34 г/кг, сорбитола с 27,4 г/кг до 48,1 г/кг. Содержание полифенолов сильно зависит от даты сбора урожая. На первой неделе оно составляло 366 мг/мл сока, к пятой неделе поднималось до 1200 мг/мл, а затем падало до 817 мг/мл. Цианидин-3-галактозид и цианидин-3-глюкозид присутствовали на протяжении всего периода наблюдения, а цианидин-3-ксилозид до второй недели не обнаруживался. Изменение процентного соотношения антоцианов было незначительным. Содержание гидроксикоричных кислот снизилось в процессе созревания плодов на 33%. Количество проантоцианов увеличилось с 214 до 352 мг катехин-эквивалента/мл, а суммарное количество фенолов с 4,03 до 5,03 мг эквивалента галловой кислоты/мл сока [26].

Химический состав БАВ в листьях рябины черноплодной. В настоящее время большой интерес проявляется к рациональному использованию сырья, то есть к использованию нескольких видов сырья от одного растения. Поэтому в настоящее время изучению активно подвергаются и листья рябины черноплодной.

Методами качественного химического анализа доказано, что и листья аронии содержат большой перечень БАВ, таких как танины, флавоноиды, сапонины, лейкоантоцианы, аминокислоты и витамины [28, 66]. Так общее содержание полифенолов и флавоноидов в спиртовых экстрактах из молодых листьев составляло 250,8 мг/г в пересчете на галловую кислоту и 163,7 мг/г в пересчете на катехин, а в более развитых листьях эти значения составили 139,3 мг% и 103,6 мг% соответственно. Методом ВЭЖХ были выделены: хлорогеновая кислота (22,8 мг/г в молодых листьях, 10,8 мг/г - в развитых), р-кумаровая кислота (0,3 мг/г и 0,1 мг/г), рутин (4,1 мг/г и 2,9 мг/г соответственно). В том же исследовании было определено, что содержание хлорофиллов а и b и каротиноидов в спиртовом экстракте из более взрослых листьев незначительно выше и составляет для молодых листьев - 41,72 мг/г, 11,2 мг/г и 9,36 мг/г соответственно, а для старых - 48,4 мг/г, 11,68 мг/г и 9,88 мг/г соответственно [29].

В листьях рябины черноплодной методом ВЭТСХ обнаруживаются производные кверцетина, включая рутин, гиперозид, изокверцетин, кверцетин-3-О-арабиноглюкопиранозид, кемпферол; хлорогеновая и неохлорогеновая кислоты [30].

В соответствии с исследованиями, проведенными методами ЖХ-ДМД-ESI-МС (антоцианы) и ЖХ-ДМД (флавоноиды и фенольные кислоты) из антоцианов были обнаружены цианидин-галактозид (преобладает), цианидин-3-арабинозид. Из флавоноидов – агликон кверцетин (преобладает) и два гликозида – кверцитрин и рутин. Среди оксикоричных кислот выявлены: хлорогеновая, 3,4-дигидроксифенилуксусная, неохлорогеновая, и протокатеховая кислоты [31].

Методом ВЭЖХ-МС/МС определен качественный и количественный состав полифенолов в листьях. Были обнаружены 12 полифенолов: кофеилхинная кислота (2 изомера), апигенин-7,4-ди-О-рамнозид, кверцетин (вицианозид, глюкозид, рутинозид, рамнозилгексозид и дирамнозилгексозид), кемпферол, изорамнетин рамнозилгексозид (2 изомера), дикофеилхинная кислота. Анализ подвергались экстракты из листьев, собранных в возрасте 2 недели, 2 месяца и 4 месяца. Наибольшее содержание всех полифенолов было обнаружено в двухнедельных листьях. Дальше их содержание снижалось и в четырехмесячных листьях достигало минимума, при этом кофеилхинная кислота не была обнаружена [16]. В работах [60-66] также показано, что содержание полифенолов в листьях (флавоноидов, дубильных веществ и лейкоантоцианов) по мере увеличения продолжительности их жизни снижается.

Согласно некоторым исследованиям в листьях флавоноидов содержится даже больше, чем в плодах. Так же показано, что их содержание больше в листьях, собранных в период цветения, снижаясь к стадии плодоношения. Общее содержание фенолов и флавоноидов определяли методом Фолина-Чокатеу в сверхкритических водных экстрактах из листьев, плодов и стеблей рябины черноплодной. Количество фенолов составляло 131,53 мг/г, 49,96 мг/г и 13,88 мг/г в пересчете на катехин, а флавоноидов – 88,64 мг/г, 25,10 мг/г и 10,00 мг/г в пересчете на рутин для листьев, стеблей и плодов соответственно. В том же исследовании определяли полифенольный профиль методом ВЭЖХ-ДМД. В листьях содержатся гидроксibenзойная, кофейная, ванильная, хлорогеновая, сиригиновая, р-кумаровая, феруловая, синаповая, розмариновая кислоты, рутин, кверцетин, лютеолин, нарингенин, кемпферол, апигенин. В плодах содержались те же вещества, а в

стеблях присутствовала протокатехиновая кислота и отсутствовала ванильная [32].

Определен аминокислотный состав листьев. В свободном и связанном виде в листьях аронии содержатся аминокислоты аспарагиновая и глутаминовая кислоты, 4-гидроксипролин, серин, глицин, треонин, аланин, цистеин, пролин, гамма-аминомасляная кислота, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, гистидин, лизин. Только в свободном виде были обнаружены аспарагин, глутамин, аргинин, цистин, а только в связанном – тирозин [33].

Проводилось исследование летучих веществ, содержащихся в листьях и почках рябины черноплодной, а также в водном и спиртовом экстракте листьев, методом хромато-масс-спектрометрии. Наиболее богаты летучими веществами оказались почки, которые содержали 34 компонента, из которых преобладающими являлись душистые вещества, например, бензальдегид, бензилбензоат, эвгенол и др. На втором месте по количеству летучих веществ находится водный экстракт – 32 компонента, на третьем – листья (30 компонентов) и на четвертом – спиртовой экстракт (25 компонентов). При этом часть веществ присутствовали во всех образцах. Из жирных кислот во всех образцах были обнаружены пальмитиновая, олеиновая, миристиновая, пальмитолеиновая, пентадекановая и лауриновая кислоты. Из других групп веществ встречались сквален, эвгенол, nonаналь и 2-метокси-4-винилфенол [34].

Биологическая активность плодов рябины черноплодной. Многие годы плоды рябины черноплодной рассматривались только как пищевые продукты. В отношении видов фармакологической активности плоды также наиболее изучены по сравнению с остальными частями растения. В различных исследованиях определялось наличие антимуtagenного, антиканцерогенного, кардиопротекторного, антиагрегатного, гепатопротекторного, гастропротекторного, антидиабетического, противовоспалительного, антибактериального, противовирусного, радиопротекторного, иммуномодулирующего действия, а также способность снижать уровень липидов и артериальное давление. При этом токсического действия при применении плодов аронии, ее сока, экстрактов не наблюдалось [2].

Не все результаты, полученные для плодов *in vitro* подтвердились при исследовании *in vivo*, так как антоцианы чувствительны к действию пищеварительных ферментов желудочно-кишечного тракта, которое влияет на их биодоступность. Однако встречаются данные, что на самом деле биодоступность антоцианов, точнее их метаболитов, достаточно вы-

сокая, и именно эти метаболиты воздействуют на организм человека, но зафиксировать эти метаболиты в настоящее время невозможно [2, 35].

Основным эффектом для экстрактов и сока плодов аронии является антиоксидантное. Часто антиоксидантная активность сочетается с другими видами фармакологического действия или лежит в его основе. В сравнительных исследованиях антиоксидантных свойств экстракты рябины черноплодной проявляли более сильную активность, чем плоды черники, клюквы, брусники, черной и красной смородины, крыжовника, бузины, ежевики, малины, земляники. Чаще всего исследование антиоксидантной активности проводят *in vitro* методами DPPH, ABTS, FRAP-анализа. Так же исследовали его и *in vivo*. Так показано, что экстракты плодов растения в экспериментах на крысах играют роль в снижении окислительного стресса [2, 31, 32, 35].

Было показано также, что у людей с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний происходит значительное снижение концентрации супероксида в тромбоцитах. В контрольной группе такого эффекта не наблюдалось. В результате приема экстракта рябины черноплодной уровень супероксидов у лиц, склонных к сердечно-сосудистым патологиям, достигал уровня контрольной группы. В обеих группах наблюдалось ингибирование агрегации тромбоцитов, вызванной тромбином или коллагеном. Эффект проявлялся в дозе 0,001-1 мкг полифенолов на 1 мл. Антиагрегационный эффект не связан с влиянием на выделение супероксида [36].

Исследовалось влияние плодов аронии Мичури-на, как источника антоцианов, флавонолов, проантоцианидинов и фенольных кислот на артериальное давление. В ходе восьминедельного рандомизированного одиночного слепого исследования сока и порошка аронии в сравнении с плацебо было показано, что применение препаратов аронии приводило к небольшому снижению давления. Предполагается, что действие связано либо со слабым ингибирующим влиянием на ангиотензинпревращающий фермент, либо с влиянием она окись азота. Терапевтически значимого результата выявлено не было, но препараты аронии при этом могут входить в состав диетического питания лиц, страдающих артериальной гипертензией для профилактики кардиоваскулярных осложнений. Снижение артериального давления наблюдалось уже в первый день приема сока рябины черноплодной, при этом заметного дозозависимого эффекта установлено не было [37, 38].

Согласно другим исследованиям, экстракт из плодов вызывал дозозависимое расширение коро-

нарных артерий, проявляя более выраженный эффект, чем экстракт из плодов черники, так же богатой антоцианами. Вероятно, эффект был вызван определенной комбинацией веществ, либо каким-то конкретным веществом, присутствующим в плодах рябины черноплодной, а не комплексом антоцианов в целом, так как дозы экстрактов подбирали таким образом, чтобы общее содержание антоцианов в двух сравниваемых растительных объектах было равным [39].

Применение сока из ягод у крыс, для которых использовали диету, повышающую уровень холестерина в крови, препятствовало росту уровня общего холестерина, липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) и триглицеридов в плазме. На уровень липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) влияния не наблюдалось. Этот эффект авторы связали с антоцианами. Вероятно, механизм действия может быть связан с ингибированием всасывания холестерина, улучшением катаболизма липопротеинов или с ингибированием фермента 3-гидрокси-3-метилглутарил-КоА-редуктазы [40].

Применение экстракта плодов рябины черноплодной у пациентов после инфаркта миокарда на протяжении 6 недель в комбинации со статинами, позволяло получить значительно более низкий уровень ЛПНП, сывороточных 8-изопростанолов в сравнении с контролем [2].

Антоцианы из сока плодов аронии показали наличие и гепатопротективного действия. Они способны ингибировать повышение уровня аланинаминотрансферазы (АЛАТ) и аспартатаминов-трансферазы (АСАТ), вызванное повреждающим действием тетрахлорметана (CCl_4) на клетки печени крыс. Так же ингибируется перекисное окисление липидов (ПОЛ). Авторы предполагают, что данная активность сока аронии определяется его антиоксидантными свойствами, которые позволяют инактивировать свободные радикалы, образующиеся при воздействии CCl_4 [41].

Согласно ряду исследований, антиоксидантное действие обеспечивает противоязвенный эффект от применения экстракта плодов рябины черноплодной. Показано, что фракция антоцианов оказывает эффект уже в дозе 300 мг в отличие от неочищенного экстракта плодов, активного только в дозе 2 г. Предположительно именно фракция антоцианов, преобладающим компонентом которой является цианидина, обеспечивает противоязвенное действие. Вероятно, этот эффект вызван способностью антоцианов поглощать активный кислород, который являлся поражающим фактором в проводимом ис-

следовании. При этом влияния на секрецию соляной кислоты в желудке не наблюдалось [42].

При исследовании влияния сока их плодов рябины черноплодной на слизистую оболочку желудка, поврежденную применением индометацина у крыс, было показано, что он снижает морфометрические и гистоморфологические повреждения. При этом увеличивалась выработка слизи, что по всей видимости также связано с увеличением синтеза простагландина E_2 . Таким образом, проявляется гастропротективное свойство при приеме НПВС по мнению авторов [43]. Существует патент на использование экстрактов из кожуры плодов видов аронии для профилактики или лечения бактериальных, микотических и/или воспалительных заболеваний, для консервирования продуктов питания, а также для использования композиций, содержащих такой экстракт в качестве антибактериального и противогрибкового покрытия протезов и имплантов [44].

В случае применения сока аронии наблюдалась тенденция к повышению уровня адипонектина. Уровень этого вещества находится в обратно пропорциональной зависимости от процента жира в организме. Адипонектин повышает чувствительность клеток к инсулину. Однако разницы в уровне глюкозы и инсулина не наблюдалось [45].

Употребление плодов рябины черноплодной повышает уровень интерлейкина-10 в толстом кишечнике у здоровых мышей, но не оказывает широкого влияния на иммунную функцию. Было показано влияние экстракта аронии, неантоциановых на увеличение образования Т-клеток при язвенном колите. Это обуславливает антиколитический эффект, что может быть использовано для лечения заболевания. При этом определенные катаболиты антоцианов, по-видимому, более активны [46, 47].

Часто встречается информация о проявлении у антоцианов антимутагенного действия *in vitro*. Экстракт из плодов аронии показал ингибирование роста HT29 клеток колоректальной аденокарциномы. Это может быть связано с их свойствами устранять свободные радикалы. Экстракты рябины черноплодной обладали при этом более выраженным химиопрофилактическим действием, чем другие растительные источники антоцианов, такие как виноград, черника, фиолетовая морковь и бузина [48].

Значительно увеличилась выживаемость крыс с экспериментально вызванной лучевой болезнью, если их кормили экстрактом аронии. В этом случае также эффект обосновывали ингибированием ПОЛ, о котором упоминалось ранее. Было замечено так-

же, что антоцианы препятствуют снижению уровня лейкоцитов [49, 50]. Гели, содержащие антоцианы рябины черноплодной, защищали кожу от ультрафиолетового излучения [51]. Изучалось влияние экстракта аронии у женщин, больных раком молочной железы, во время лучевой терапии. Прием экстрактов в сочетании с яблочным пектином приводил к увеличению количества CD4, CD8 и Т-клеток по сравнению с контрольной группой [52].

На моделях крыс продемонстрирована противовоспалительная активность сока рябины черноплодной, которую связывают с присутствием флавоноидов. Уменьшался уровень отека лап крыс, вызванного гистамином и серотонином, причем эффект был сильнее, чем у рутина и его комплекса с магнием [2]. Экстракт аронии также показывал дозозависимый противовоспалительный эффект на эндотоксин-индуцированный увеит. При этом происходило снижение уровня оксида азота, фактора некроза опухоли- α и простагландина E_2 . При внутривенном введении очищенного экстракта аронии в дозе 100 мг эффект был таким же сильным, как и у 10 мг преднизолонa, и выше, чем у кверцетина и антоцианов по-отдельности. При *in vitro* исследовании влияния экстракта на линию клеток мышинных макрофагов RAW 264.7 было выявлено, что противовоспалительный эффект обусловлен прямым блокированием экспрессии генов синтазы оксида азота, циклооксигеназы-2 [35]. В другом аналогичном исследовании на клетках рака толстого кишечника HCT-116 также было показано влияние на экспрессию генов интерлейкина-8. Эффективность экстракта рябины черноплодной была выше, чем у экстрактов других растений: брусника, малина, семена винограда, выжимка винограда, зеленый чай, женьшень, иван-чай, кофе [53].

Проведен ряд исследований фармакологической активности криоактивированного порошка, полученного из плодов рябины черноплодной. Показано, что применение такого порошка в дозе 258 мг/кг массы тела крысы на протяжении 10 дней приводил к снижению ПОЛ при токсическом гепатите. Действие обуславливали инактивацией свободных радикалов и связыванием ионов металлов, являющихся катализаторами окислительных процессов. Кроме того, при гепатите, вызванном CCl_4 , криоактивированный порошок ингибировал апоптоз. В условиях гипокинетического стресса снижение уровня перекисного окисления белков и липидов наблюдалось при применении 149 мг/кг порошка аронии, длительность приема также составляла 10 дней [54, 55].

Биологическая активность листьев рябины черноплодной. Листья, как и плоды, в первую очередь рассматривают в качестве источника антиоксидантов. Соответственно большинство существующих исследований направлены на подтверждение именно этого эффекта. Однако также было показано наличие противомикробного, противогрибкового, противоракового и др. действий извлечений из листьев. Антиоксидантное действие обнаруживается как *in vitro*, так и *in vivo*. Экстракт из листьев в концентрации 5 мг эквивалента галловой кислоты в 1 мл при использовании метода DPPH показал более высокую активность, чем стандарты – рутин и галловая кислота. Исследования *in vivo* при нанесении экстракта на поврежденную кожу кроликов показали хорошую переносимость экстракта и получение здорового, эластичного, реэпителизированного кожного покрова [30]. Механизм антиоксидантного действия, как предполагается, может быть основан как на прямом антирадикальном эффекте, так и на основе стимулирующего воздействия на активность антиоксидантных систем организма [56].

Также антиоксидантная активность была доказана *in vitro* методами ABTS связывания радикалов, супероксид анионное связывание, а также определением восстановительной способности Fe^{3+} до Fe^{2+} . Для большинства видов анализа показана зависимость антиоксидантного действия от концентрации экстрактов [29]. При сравнительном анализе антиоксидантной активности листьев и плодов рябины черноплодной методами DPPH и FRAP, активность листьев была выше. При этом листья, собранные в сентябре, проявляли более выраженное антиоксидантное действие, чем листья, собранные в июле [31]. Аналогичные результаты были получены методами DPPH, ABTS при исследовании антиоксидантной активности листьев, собранных в возрасте 2 недели, 2 месяца и 4 месяца [16].

Предложено получение сухого экстракта из листьев, полученного путем экстракции криопорошка листьев кипящим 80% этиловым спиртом с последующим выделением проантоцианидинов и мономерных флавоноидов смесью этилацетат:этанол = 8:2. Такой экстракт обладает антиоксидантной активностью и способностью оказывать ингибирующее действие на все этапы ПОЛ в печени [57].

При сравнительном анализе антиоксидантной активности методом DPPH плодов, листьев и стеблей рябины черноплодной было показано, что наиболее высокой активностью обладают листья, а

при исследовании методом ABTS – плоды. Стебли в обоих случаях продемонстрировали самую низкую активность. Противоположная ситуация наблюдалась при исследовании ингибирования ПОЛ. Активность уменьшалась в ряду стебли, листья, ягоды. В сравнении со стандартами аскорбиновой кислотой, α -токоферолом и бутилгидрокситолуолом (БНТ) активность всех видов сырья была значительно ниже. Результаты коррелировали с общим содержанием фенолов в экстрактах.

Также анализировали ингибирующее действие экстрактов аронии на ацетилхолинэстеразу (АХЭ) и бутирилхолинэстеразу (БХЭ). Наибольшая ингибирующая активность на АХЭ оказывали экстракты плодов, далее следовали листья и стебли. В отношении ингибирования БХЭ действие проявлял только экстракт плодов. Экстракты из всех частей растения способны ингибировать эластазу. Активность уменьшалась в ряду плоды, стебли, листья.

Экстракты плодов и листьев проявляли цитотоксическую активность против злокачественных клеточных линий A-549, LS-174T и HeLa и нормальных легочных фибробластов MRC5. Наиболее чувствительными были клетки линии HeLa. Наиболее высокую активность проявили листья.

Те же экстракты плодов, листьев и стеблей анализировали на антибактериальную активность. Исследование проводили на культурах штаммов грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Из первой группы были выбраны золотистый стафилококк *Staphylococcus aureus*, сенная палочка *Bacillus subtilis*, из второй – кишечная палочка *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, а также два представителя рода протей *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*. Кроме того, исследовалась и противогрибковая активность в отношении двух видов грибов *Candida albicans*, *Aspergillus niger*. Антибактериальная и противогрибковая активность проявлялась против всех штаммов. Наиболее устойчивым оказался штамм *Klebsiella pneumonia*, а наиболее чувствительным – *Proteus mirabilis*. Наибольшая антимикробная активность была отмечена у экстракта стеблей [32].

Была обнаружена антилейкемическая активность экстракта из листьев рябины черноплодной против чувствительной клеточной линии HL60, а также против множественно лекарственно устойчивых форм HL60/VINC и HL60/DOX. При этом активность не зависит от общего содержания фенолов, так как эффективность аронии была выше, чем у шелковицы, для которой было определено более высокое содержание фенольных соединений [58].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рябина черноплодная относится к виду арония Мичурина, который, вероятнее всего, по данным литературы является гибридом аронии черноплодной и рябины обыкновенной. Эти два вида аронии легко можно спутать между собой, однако при более внимательном изучении будут заметны значительные морфологические различия. В качестве подтверждения их различия изучался генотип обоих растений. Было отмечено, что рябина черноплодная является аллополиплоидом, то есть гибридом двух видов или родов. Также в ее генотипе были обнаружены участки, характерные для рода *Sorbus*. Представители рода арония легче всего скрещиваются с рябиной обыкновенной, поэтому, по всей видимости, она и является вторым родительским растением рябины черноплодной.

Хорошо изучен состав БАВ плодов рябины черноплодной. Главным образом они рассматриваются как источник флавоноидов, в том числе антоцианов. Помимо этого, в плодах содержатся дубильные вещества, витамины и витаминоподобные соединения, микро- и макроэлементы, органические кислоты.

Так же есть данные по химическому составу листьев рябины черноплодной. По качественному составу обнаружены флавоноиды, в том числе антоцианы, дубильные вещества, сапонины, аскорбиновая кислота. Большинство имеющихся исследований листьев были направлены на определение флавоноидов, проантоцианов, антоцианов. Однако показано, что листья так же очень богаты дубильными веществами, обуславливающими их терпкий вяжущий вкус.

За счет высокого содержания антоцианов плоды в первую очередь рассматриваются как антиоксиданты. Также важна их Р-витаминная активность. Показано, что плоды могут незначительно способствовать снижению артериального давления. Кроме того, для плодов и сока из них подтверждены антимикробное, противовирусное, противовоспалительное, противораковое и др. виды активности.

Листья рябины черноплодной анализировали в первую очередь на содержание полифенолов: флавоноидов и антоцианов. Их качественный состав, а также закономерности количественного распределения конкретных представителей этих БАВ во многом сходны с составом БАВ в плодах. По имеющейся в литературе информации листья рекомендуют применять в медицине по тем же показаниям, что и плоды.

В исследованиях, сравнивающих эффективность листьев и плодов показано, что, например,

антиоксидантная активность выше у экстрактов листьев, а противомикробная – у экстрактов плодов. Проанализированные исследования не противоречат друг другу, что может косвенно свидетельствовать о их достоверности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Виноградова, Ю.К. Арония Мичурина: от создания до натурализации / Ю.К. Виноградова, А.Г. Куклина. – Москва: ГЕОС, 2014 – с. 137. // Vinogradova, Yu.K. Aroniya Michurina: ot sozdaniya do naturalizatsii / Yu.K. Vinogradova, A.G. Kuklina. – Moskva: GEOS, 2014 – s. 137.
2. Kokotkiewicz, A. Aronia plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine / A. Kokotkiewicz, Z. Jaremicz, M. Luczkiewicz // Journal of Medicinal Food. - 2010. – Vol.13, №2. – P.55-69.
3. Куклина, А.Г. Натурализация аронии Мичурина в лесах европейской части России / А.Г. Куклина // Лесохозяйственная информация. – 2015. - №2. – С.46-56. // Kuklina, A.G. Naturalizatsiya aronii Michurina v lesakh evropeiskoi chasti Rossii / A.G. Kuklina // Lesokhozyaistvennaya informatsiya. – 2015. - №2. – S.46-56.
4. Определение антоцианов и хлорогеновых кислот в плодах рода арония: опыт хемосистематики / В.И. Дейнека, М.Ю. Третьяков, Е.Ю. Олейниц, А.А. Павлов, Л.А. Дейнека, И.П. Блинова, Л.А. Манохина // Химия растительного сырья. - 2019. - №2. – С.161-167. // Opređenje antotsianov i khlorogennykh kislot v plodakh roda aroniya: opyt khemosistematiki / V.I. Deineka, M.Yu. Tret'yakov, E.Yu. Oleinits, A.A. Pavlov, L.A. Deineka, I.P. Blinova, L.A. Manokhina // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. - 2019. - №2. – S.161-167.
5. Investigation of the Origin of Aronia mitschurinii using Amplified Fragment Length Polymorphism Analysis / J.L. Peter, H.B. Mark, A.C. Bryan, S.G. Obay // HortScience. - 2019. – Vol.48, №5. – P. 520-524.
6. Anthocyanins, total phenolics, ORAC and moisture content of wild and cultivated dark-fruited Aronia species / H.B. Mark, A.C. Bryan., H.L. Lanfang, J.T. Richards, S.M. Shine, L.E. Spencer // Scientia Horticulturae. – 2017. – Vol.224. - P. 332-342.
7. Государственная фармакопея российской федерации. –XIV издание. — М.: ФЭМБ, 2018. — 7019 с. Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения 10.09.2021). // Gosudarstvennaya farmakopeya rossiiskoi federatsii. –XIV izdanie. — М.: FEMB, 2018. — 7019 s. Rezhim dostu-

pa: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (data obrashcheniya 10.09.2021).

8. Underutilized Chokeberry (*Aronia melanocarpa*, *Aronia arbutifolia*, *Aronia prunifolia*) Accessions Are Rich Sources of Anthocyanins, Flavonoids, Hydroxycinnamic Acids, and Proanthocyanidins / R. Taheri, B.A. Connolly, M.H. Brand, B.W. Bolling // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 61, № 36. – P.8581-8588.

9. Britton, N.L. An illustrated Flora of Northeastern United States and Canada. / N.L. Britton, H.A. Brown. – New York: Dover, 1970. – Vol. 2. – 735 p.

10. Brand, M. *Aronia* Native Shurbs With untapped potential / M. Brand // *Arnoldia*. – 2010. – Vol. 67. – №3 – P.14-25.

11. Скворцов, А. К. О месте, времени и возможном механизме возникновения культурной черноплодной аронии. / А.К. Скворцов, Ю.К. Майтулина, Ю.Н. Горбунов // *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический: журнал*. — 1983. — Т. 88, № 3. — С. 88—96. // Skvortsov, A. K. O meste, vremeni i vozmozhnom mekhanizme vozniknoveniya kul'turnoi chernoplodnoi aronii. / A.K. Skvortsov, Yu.K. Maitulina, Yu.N. Gorbunov // *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel biologicheskii: zhurnal*. — 1983. — T. 88, № 3. — S. 88—96.

12. RAPD analysis of diploid and tetraploid populations of *Aronia* points to different reproductive strategies within the genus / H.A. Persson-Hovmalm, N. Jeppsson, I.V. Bartish, H. Nybom // *Hereditas*. – 2004. – Vol.141. – P.301–312.

13. Leonard, P.J. *Aronia mitschurinii*: Solving a Horticultural Enigma: A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science / Peter James Leonard; University of Connecticut. – Connecticut, 2011. – 183p.

14. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д.В. Дубровик, С.А. Дмитриева, Н.А. Ламан [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2020 - 409 с. // *Chernaya kniga flory Belarusi: chuzherodnye vredonosnye rasteniya* / D.V. Dubrovik, S.A. Dmitrieva, N.A. Laman [i dr.]. – Minsk: Belorusskaya nauka, 2020 - 409 s.

15. Мининзон, И.Л. Черная книга флоры Нижегородской области: чужеродные виды растений, заносные и культивируемые, активно натурализующиеся в условиях нижегородской области. Девятая электронная версия / И.Л. Мининзон, А.А. Соловьев, О.В. Тростина. – Нижний Новгород: 2020. – 70 с. // Mininzon, I.L. *Chernaya kniga flory Nizhegorodskoi oblasti: chuzherodnye vidy rastenii, zanosnye i kul'ti-*

viruemye, aktivno naturalizuyushchiesya v usloviyakh nizhegorodskoi oblasti. Devyataya elektronnyaya versiya / I.L. Mininzon, A.A. Solov'ev, O.V. Trostina. – Nizhnii Novgorod: 2020. – 70 с.

16. Determination of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenol components using liquid chromatography-tandem mass spectrometry: Overall contribution to antioxidant activity / J.E. Lee, G.-S. Kim, S. Park, Y.-H. Kim, M.-B. Kim, W.S. Lee, S.W. Jeong, S.J. Lee, J.S. Jin, S.C. Shin // *Food Chemistry*. – 2014.-Vol. 146.- P.1-5.

17. Елисеева, Л.Г. Плоды аронии черноплодной – источник витаминно-минеральных комплексов / Елисеева Л.Г., Блинникова О.М.// *Пищевая промышленность*. -2013. -№4. - С. 28-29. // Eliseeva, L.G. *Plody aronii chernoplodnoi – istochnik vitaminno-mineral'nykh kompleksov* / Eliseeva L.G., Blinnikova O.M.// *Pishchevaya promyshlennost'*. -2013. -№4. - S. 28-29.

18. Елисеева, Л.Г. Пищевая ценность плодов аронии черноплодной, выращенной в ЦЧР России / Елисеева Л.Г., Блинникова О.М.// *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. - 2013. -№5-6 (335-336). - С. 111-112. // Eliseeva, L.G. *Pishchevaya tsennost' plodov aronii chernoplodnoi, vyrashchennoi v TsChR Rossii* / Eliseeva L.G., Blinnikova O.M.// *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya*. - 2013. -№5-6 (335-336). - S. 111-112.

19. Characterization of Anthocyanins and Proanthocyanidins in Some Cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and Their Antioxidant Capacity / X. Wu, L. Gu, R.L. Prior, S. McKay // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2004. – Vol.52, №26. – P.7846-7856.

20. Куркин В.А, Стандартизация плодов аронии черноплодной / В.А. Куркин, А.В. Егорова // *Фармация*. – 2012. - №7. – С.10-13. // Kurkin V.A, Standartizatsiya plodov aronii chernoplodnoi / V.A. Kurkin, A.V. Egorova // *Farmatsiya*. – 2012. - №7. – С.10-13.

21. Исследование химического состава плодов аронии различных сортов / Е.Е. Логвинова, Т.А. Брежнева, И.А. Самылина, А.И. Сливкин // *Фармация*. – 2015. – №6. - С. 22- 26. // *Issledovanie khimicheskogo sostava plodov aronii razlichnykh sortov* / Е.Е. Logvinova, T.A. Brezhneva, I.A. Samylina, A.I. Slivkin // *Farmatsiya*. – 2015. – №6. - S. 22- 26.

22. Брежнева, Т.А. Определение количественного содержания различных групп БАВ в плодах рябины черноплодной / Т.А. Брежнева, Е.Е. Логвинова, И.С. Берест // *Современные аспекты использования растительного сырья и сырья природного происхождения в медицине: материалы II-й науч-*

но-практической конференции сборник материалов 2-й научно-практической конференции. – Москва. Сеченовский вестник, №1 (15), 2014. – С. 118-119 // Brezhneva, T.A. Opredelenie kolichestvennogo soderzhaniya razlichnykh grupp BAV v plodakh ryabiny chernoplodnoi / T.A. Brezhneva, E.E. Logvinova, I.S. Berest // Sovremennye aspekty ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya i syr'ya prirodnogo proiskhozhdeniya v meditsine : materialy II-i nauchno-prakticheskoi konferentsii sbornik materialov 2-i nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Moskva. Sechenovskii vestnik, №1 (15), 2014. – S. 118-119.

23. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries / S. Häkkinen, M. Heinonen, S. Kärenlampi, H. Mykkänen, J. Ruuskanen, R. Törrönen // Food Research International. – 1999. – Vol.32, №5. – P.345-353

24. Логвинова, Е.Е. Качественный анализ дубильных веществ в плодах рябины черноплодной / Е.Е. Логвинова, Т.А. Брежнева, А.И. Сливкин // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: материалы 6-й международной научно-методической конференции «Фармобразование - 2016», Воронеж, 21-23 апреля 2016 года / под общ. ред. А.С. Беленовой – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2016. – С. 366-368. // Logvinova, E.E. Kachestvennyi analiz dubil'nykh veshchestv v plodakh ryabiny chernoplodnoi / E.E. Logvinova, T.A. Brezhneva, A.I. Slivkin // Puti i formy sovershenstvovaniya farmatsevticheskogo obrazovaniya. Sozdanie novykh fiziologicheskii aktivnykh veshchestv : materialy 6-i mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii «Farmobrazovanie - 2016», Voronezh, 21-23 aprelya 2016 goda / pod obshch. red. A.S. Belenovoi – Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi universitet, 2016. – S. 366-368.

25. Определение дубильных веществ в плодах Рябины черноплодной методом тонкослойной хроматографии / Е.Е. Логвинова, Т.А. Брежнева, А.И. Сливкин [и др.] // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: Сборник научных трудов. Том. Выпуск 70. – Пятигорск: Пятигорский медико-фармацевтический институт - филиал федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волгоградский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2015. – С. 51-53. // Opredelenie dubil'nykh veshchestv v plodakh Ryabiny chernoplodnoi metodom tonkosloinoi khromatografii / E.E. Logvinova, T.A. Brezhneva, A.I. Slivkin [i dr.] // Razrabotka, issledovanie i

marketing novoi farmatsevticheskoi produktsii : Sbornik nauchnykh trudov. Tom. Vypusk 70. – Pyatigorsk: Pyatigorskii mediko-farmatsevticheskii institut - filial federal'nogo byudzhethnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya "Volgogradskii gosudarstvennyi meditsinskii universitet" Ministerstva zdravookhraneniya Rossiiskoi Federatsii, 2015. – S. 51-53.

26. Исследование элементного состава плодов аронии черноплодной / В.Ю. Андреева, Н.В. Исайкина, Е.А. Крюкова, Е.В. Павлова // Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15, №6. – С.1-3. // Issledovanie elementnogo sostava plodov aronii chernoplodnoi / V.Yu. Andreeva, N.V. Isaikina, E.A. Kryukova, E.V. Pavlova // Elektronnyi nauchno-obrazovatel'nyi vestnik Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. – 2013. – T. 15, №6. – S.1-3.

27. Harvest date affects aronia juice polyphenols, sugars, and antioxidant activity, but not anthocyanin stability / B.W. Bolling, R. Taheri, R. Pei, S. Kranz, M. Yu, S.N. Durocher, M.H. Brand // Food Chemistry. – 2015. – Vol.187. – P.189-196.

28. Изучение биологически активных веществ листьев рябины черноплодной / Е.И. Недолужко, Т.А. Брежнева, Е.Е. Логвинова [и др.] // Университетская наука: взгляд в будущее. Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 83-летию Курского государственного медицинского университета. В 2-х томах, Курск, 02 февраля 2018 года / Под редакцией В.А. Лазаренко. Том II. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2018. – С. 74-77. // Izuchenie biologicheskii aktivnykh veshchestv list'ev ryabiny chernoplodnoi / E.I. Nedoluzhko, T.A. Brezhneva, E.E. Logvinova [i dr.] // Universitetskaya nauka: vzglyad v budushchee. Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 83-letiyu Kurskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta. V 2-kh tomakh, Kursk, 02 fevralya 2018 goda / Pod redaktsiei V.A. Lazarenko. Tom II. – Kursk: Kurskii gosudarstvennyi meditsinskii universitet, 2018. – S. 74-77.

29. Thi, N.D. Bioactive compound contents and antioxidant activity an Aronia (Aronia melanocarpa) leaves collected at different growth stages / N.D. Thi, E.-S. Hwang // Preventive Nutrition and Food Science. – 2014. - №19. – P.204-212.

30. The leaves of Aronia melanocarpa L. and Hippophae rhamnoides L. as source of active ingredients for biopharmaceutical engineering / L. Pirvu, M. Panteli, I. Rasit, A. Grigore, C. Bubueanu // Agriculture and agricultural science Procedia. – 2015.- №6. -P. 593-600.

31. Comparative analysis of different groups of phenolic compounds in fruit and leaf extracts of *Aronia* sp.: *A. melanocarpa*, *A. arbutifolia*, and *A. ×prunifolia* and their antioxidant activities / A. Szopa, A. Kokotkiewicz, P. Kubica, P. Banaszczyk, A. Wojtanowska-Krośniak, M. Krośniak, U. Marzec-Wróblewska, A. Badura, P. Zagrodzki, A. Bucinski, M. Luczkiewicz, H. Ekiert // *European Food Research and Technology*. – 2017. – Vol.243. – P.1645–1657
32. Comparative in vitro studies of the biological potential and chemical composition of stems, leaves and berries *Aronia melanocarpa*'s extracts obtained by subcritical water extraction / A. Cvetanović, G. Zengin, Z. Zeković, J. Švarc-Gajić, S. Ražić, A. Damjanović, P. Mašković, M. Mitić // *Food and Chemical Toxicology*. – 2018. – №121. – P. 458–466
33. Самойлова В.А. Амінокислоти листя *Aronia melanocarpa* / В.А. Самойлова, В.М. Ковальов // *Фармакогнозія та хімія природних сполук*. – №3. – 2013. – 92–94 с. // *Samoilova V.A. Aminokislotti listya Aronia melanocarpa* / V.A. Samoilova, V.M. Koval'ov // *Farmakognoziya ta khimiya prirodnykh spoluk*. – №3. – 2013. – 92–94 s.
34. Исследование летучих веществ аронии черноплодной / В.А. Самойлова, В.Н. Ковалёв, О.В. Товчига [и др.] // *Вестник фармации*. – 2013. – №4 (62). – С.33–38. // *Issledovanie letuchikh veshchestv aronii chernoplodnoi* / V.A. Samoilova, V.N. Kovalev, O.V. Tovchiga [i dr.] // *Vestnik farmatsii*. – 2013. – №4 (62). – С.33–38.
35. Anti-inflammatory effects of *Aronia* extract on rat endotoxin-induced uveitis / K. Ohgami, I. Ilieva, K. Shiratori [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2005. – Vol.46. – P.275–281.
36. Effects of novel plant antioxidants on platelet superoxide production and aggregation in atherosclerosis / A. Ryszawa, J. Kawczynska-Drozd, J. Pryjma [et al.] // *Journal of Physiology and Pharmacology*. – 2006. – Vol.57. – P.611–626.
37. Consumption of chokeberry (*Aronia mitschurinii*) products modestly lowered blood pressure and reduced low-grade inflammation in subjects with mildly elevated blood pressure / B.-M. Loo, I. Erlund, R. Koli, P. Puukka, J. Hellström, K. Wähälä, P. Mattila, A. Jula // *Nutrition Research*. – 2016. – Vol.36, №11. – P.1222–1230
38. Влияние сока аронии черноплодной на артериальное давление экспериментальных животных / М.Н. Макарова, А.И. Селезнева, В.Г. Макаров [и др.] // *Профилактическая и клиническая медицина*. – 2012. – №3 (44). – С. 45–49. // *Vliyanie soka aronii chernoplodnoi na arterial'noe davlenie eksperimen-*
- tal'nykh zhivotnykh* / M.N. Makarova, A.I. Selezneva, V.G. Makarov [i dr.] // *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. – 2012. – №3 (44). – С. 45–49.
39. Bell D.R. Direct vasoactive and vasoprotective properties of anthocyanin-rich extracts / Bell D.R., Gochenaur K // *J App Physiol*. – 2006. – Vol.100. – P.1164–1170.
40. Antihyperlipidemic effect of *Aronia melanocarpa* fruit juice in rats fed a high cholesterol diet / S. Valcheva-Kuzmanova, K. Kuzmanov, V. Mihova, I. Krasnaliev, P. Borisova, A. Belcheva // *Plant Foods for Human Nutrition* – 2007. – Vol.62. – P.19–24.
41. Hepatoprotective effect of the natural fruit juice from *Aronia melanocarpa* on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats / S. Valcheva-Kuzmanova, P. Borisova, B. Galunska, I. Krasnaliev, A. Belcheva // *Experimental and Toxicologic Pathology*. – 2004. – Vol.56. – P.195–201
42. Gastroprotective effect of red pigments in black chokeberry fruit (*Aronia melanocarpa* Elliot) on acute gastric hemorrhagic lesions in rats / M. Matsumoto, H. Hara, H. Chiji, T. Kasai // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2004. – Vol.52, №8. – P. 2226–2229.
43. Effect of *Aronia melanocarpa* fruit juice on indomethacin-induced gastric mucosal damage and oxidative stress in rats / S. Valcheva-Kuzmanova, K. Marazova, I. Krasnaliev, B. Galunska, P. Borisova, A. Belcheva // *Experimental and Toxicologic Pathology*. – 2005. – Vol.56. – P.385–392.
44. Patent № DE 10 2005 046 474 A1 Germany, A61K 36/73 (2006.01), A61K 131/00 (2006.01), A61P 31/00 (2006.01), A23L 3/3472 (2006.01), A23L 1/27 (2006.01) Verwendung eines Schalenextraktes aus *Aronia* sp. als antibakterielles, antimykotisches und entzündungshemmendes Mittel: № 10 2005 033 924.7: anmeldetag: 22.09.2005: offenlegungstag: 18.01.2007 / Groth N, Fiedler B; assignee Anwaltskanzlei Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider. – 22c.
45. Effect of *Aronia Melanocarpa* (Black Chokeberry) Supplementation on the Development of Obesity in Mice Fed a High-fat Diet / J.I. Baum, L.R. Howard, R.L. Prior, S.-O. Lee // *Journal of Berry Research*. – 2016. – Vol.6, №2. – P.203–212.
46. Dietary prevention of colitis by aronia berry is mediated through increased Th17 and Treg / R. Pei, D.A. Martin, C.J. Valdez, J. Liu, R.L. Kerby, F.E. Rey, J.A. Smyth, Z. Liu, B.W. Bolling // *Molecular Nutrition & Food Research* [Electronic resource]. – 2019. – Vol.63, №5. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.201800985> (date of treatment: 07.03.2024).
47. *Aronia* berry (*Aronia mitschurinii* 'Viking') inhibits colitis in mice and inhibits T cell tumor necrosis

factor- α secretion / D.A. Martin, J.A. Smyth, Z. Liu, B.W. Bolling // *Journal of Functional Foods*. – 2018. – Vol. 44. – С. 48-57.

48. Structure-function relationships of anthocyanins from various anthocyanin-rich extracts on the inhibition of colon, cancer cell growth / P. Jing, J.A. Bomser, S.J. Schwartz, J. He, B.A. Magnuson, M.M. Giusti // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2008. – Vol.56. – P.9391–9398.

49. The effect of natural anthocyanin dye on experimental radiation sickness / G. Andryskowski, J. Niedworok, Z. Maziarz, B. Małkowski // *Acta Poloniae Toxicologica*. – 1998. – Vol.6. – P.155-160.

50. The effect of natural anthocyanin dye on superoxide radical generation and chemiluminescence in animal after absorbed 4Gy dose of γ radiation / G. Andryskowski, J. Niedworok, Z. Maziarz, B. Małkowski // *Polish Journal of Environmental Studies*. – 1998. – Vol.7. – P.357-361.

51. Badania nad protekcyjnym wpływem zelu antocyjaninowego na fototoksyczne działanie promieni UV / J. Niedworok, A. Gwardys, A. Jankowski, E. Kowalczyk, J. Oszmianski, J. Skoskiewicz // *Ochr Srod Zas Nat*. – 1999. – Vol.18. – P.83–87.

52. Evaluation of the immunomodulatory activity of Aronia in combination with apple pectin in patients with breast cancer undergoing postoperative radiation therapy / M.P. Yaneva, A.D. Botushanova, L.A. Grigorov, J.L. Kokov, E.P. Todorova, M.G. Krachanova // *Folia Medica*. – 2002. – Vol.44. – P.22–25.

53. Еремеева Н.Б. Исследование потенциальных антиканцерогенных и антиоксидантных эффектов экстрактов из растительного сырья / Н.Б. Еремеева, Н.В. Макарова, Д.Ф. Игнатова // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. – 2020. – Том 10. – №4. – С.613-626. // Eremeeva N.B. Issledovanie potentsial'nykh antikantserogennykh i antioksidantnykh effektov ekstraktov iz rastitel'nogo syr'ya / N.B. Eremeeva, N.V. Makarova, D.F. Ignatova // *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*. – 2020. – Том 10. – №4. – С.613-626.

54. Рокотянская В.В. Влияние криоактивированного порошка аронии черноплодной на окислительную модификацию белка при токсическом гепатите / В.В. Рокотянская // *Рецепт*. – 2013. – Том 90. – №4. – С.112-117. // Rokotyanskaya V.V. Vliyanie krioaktivirovannogo poroshka aronii chernoplodnoi na okislitel'nuyu modifikatsiyu belka pri toksicheskom gepatite / V.V. Rokotyanskaya // *Retsept*. – 2013. – Том 90. – №4. – С.112-117.

55. Савченкова Л.В. Окислительный гомеостаз животных при гипокинетическом стрессе на фоне

применения криоактивированного порошка аронии черноплодной / Л.В. Савченкова, М.С. Акимова // *Рецепт*. – 2013. – Том 90. – №4. – С.104-111. // Savchenkova L.V. Okislitel'nyi gomeostaz zhivotnykh pri gipokineticheskom stresse na fone primeneniya krioaktivirovannogo poroshka aronii chernoplodnoi / L.V. Savchenkova, M.S. Akimova // *Retsept*. – 2013. – Том 90. – №4. – С.104-111.

56. Особенности проявления антиоксидантного действия экстракта листьев рябины черноплодной на головной мозг / И.Н. Суворова, В.В. Давыдов, В.Н. Прозоровский, В.Н. Швеиц // *Биомедицинская химия*. – 2005. – Т.51, №1. – С. 66-71. // Osobennosti proyavleniya antioksidantnogo deistviya ekstrakta list'ev ryabiny chernoplodnoi na golovnoi mozg / I.N. Suvorova, V.V. Davydov, V.N. Prozorovskii, V.N. Shvets // *Biomeditsinskaya khimiya*. – 2005. – Т.51, №1. – С. 66-71.

57. Патент №2171111 Российская федерация, МПК А61К 35/78. Экстракт листьев аронии, обладающий биологической активностью, и способ его получения: № 2000111125/14: заявл. 05.05.2000: опублик. 27.07.2001 / Ипатова О.М., Прозоровская Н.Н., Прозоровский В.Н. [и др.] // *FindPatent.RU*. Патентный поиск, поиск патентов на изобретения. URL: <https://findpatent.ru/patent/217/2171111.html> (дата обращения: 23.10.2023). // Patent №2171111 Rossiiskaya federatsiya, МПК А61К 35/78. Ekstrakt list'ev aronii, obladayushchii biologicheskoi aktivnost'yu, i sposob ego polucheniya: № 2000111125/14: zayavl. 05.05.2000: opublik. 27.07.2001 / Ipatova O.M., Prozorovskaya N.N., Prozorovskii V.N. [i dr.] // *FindPatent.RU*. Patentnyi poisk, poisk patentov na izobreteniya. URL: <https://findpatent.ru/patent/217/2171111.html> (data obrashcheniya: 23.10.2023).

58. In vitro antileukemic activity of extracts from chokeberry (*Aronia melanocarpa* [Michx.] Elliot) and mulberry (*Morus alba* L.) leaves against sensitive and multidrug resistant HL60 cells / K. Skupien', D. Kostrzewa-Nowak, J. Oszmian'ski, J. Tarasiuk // *Phytotherapy Research*. – 2008. – №22. – P.689–694.

59. Государственная фармакопея Российской Федерации XV издание: офиц. сайт. – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/> (дата обращения: 24.10.2023) // Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiiskoi Federatsii XV izdanie : ofits. sait. – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/> (data obrashcheniya: 24.10.2023)

60. Валидация методики количественного определения дубильных веществ в листьях рябины черноплодной / О.В. Пугачева, О.Л. Свиридова, Т.А. Брежнева, А.И. Сливкин // *Вестник Воронежского*

государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2022. - №1. - С. 98-104. // Validatsiya metodiki kolichestvennogo opredeleniya dubil'nykh veshchestv v list'yakh ryabiny chernoplodnoi / O.V. Pugacheva, O.L. Sviridova, T.A. Brezhneva, A.I. Slivkin // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya. - 2022. - №1. - S. 98-104.

61. Пугачева, О.В. Валидация методики количественного определения антоцианов в листьях аронии Мичурина / О.В. Пугачева, О.В. Тринеева, К.Е. Панова // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. - 2023. - Т.22. - №4. - С. 214-222. // Pugacheva, O.V. Validatsiya metodiki kolichestvennogo opredeleniya antotsianov v list'yakh aronii Michurina / O.V. Pugacheva, O.V. Trineeva, K.E. Panova // Vestnik Smolenskoï gosudarstvennoi meditsinskoi akademii. - 2023. - T.22. - №4. - S. 214-222.

62. Пугачева, О.В. Количественное определение антоцианов в листьях аронии Мичурина / О.В. Пугачева, О.В. Тринеева, К.Е. Панова // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Актуальные вопросы разработки и исследования новых лекарственных средств: Сборник трудов 9-ой Международной научно-методической конференции. Посвящается 25-летию создания фармацевтического факультета в Воронежском государственном университете, Воронеж, 28–29 сентября 2023 года / Под общей редакцией А.С. Беленовой, А.А. Гудковой, Н.А. Дьяковой. - Воронеж: Воронежский государственный университет, 2023. - С. 356-359. // Pugacheva, O.V. Kolichestvennoe opredelenie antotsianov v list'yakh aronii Michurina / O.V. Pugacheva, O.V. Trineeva, K.E. Panova // Puti i formy sovershenstvovaniya farmatsevticheskogo obrazovaniya. Aktual'nye voprosy razrabotki i issledovaniya novykh lekarstvennykh sredstv : Sbornik trudov 9-oi Mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii. Posvyashchaetsya 25-letiyu sozdaniya farmatsevticheskogo fakul'teta v Voronezhskom gosudarstvennom universitete, Voronezh, 28–29 sentyabrya 2023 goda / Pod obshchei redaktsiei A.S. Belenovoï, A.A. Gudkovoï, N.A. D'yakovoï. - Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi universitet, 2023. - S. 356-359.

63. Пугачева, О.В. Определение дубильных веществ в листьях рябины черноплодной различными аналитическими методами / О.В. Пугачева, Т.А. Брежнева, А.И. Сливкин // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения: Сборник трудов Седьмой научной конференции с международным участием, Москва, 19 декабря 2019 года. Том 12. - Москва:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», 2019 – С.292-298. // Pugacheva, O.V. Opredelenie dubil'nykh veshchestv v list'yakh ryabiny chernoplodnoi razlichnymi analiticheskimi metodami / O.V. Pugacheva, T.A. Brezhneva, A.I. Slivkin // Sovremennye tendentsii razvitiya tekhnologii zdorov'esberezheniya: Sbornik trudov Sed'moi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 19 dekabrya 2019 goda. Tom 12. - Moskva: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut lekarstvennykh i aromaticeskikh rastenii», 2019 – S.292-298.

64. Пугачева, О.В. Определение дубильных веществ в листьях рябины черноплодной для выбора сроков заготовки сырья / О.В. Пугачева, Т.А. Брежнева, А.И. Сливкин // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения: Сборник материалов IX Международная научная конференция молодых учёных, Москва, 16–17 декабря 2021 года. - Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», 2021. - С. 345-350. // Pugacheva, O.V. Opredelenie dubil'nykh veshchestv v list'yakh ryabiny chernoplodnoi dlya vybora srokov zagotovki syr'ya / O.V. Pugacheva, T.A. Brezhneva, A.I. Slivkin // Sovremennye tendentsii razvitiya tekhnologii zdorov'esberezheniya: Sbornik materialov IX Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya molodykh uchenykh, Moskva, 16–17 dekabrya 2021 goda. - Moskva: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut lekarstvennykh i aromaticeskikh rastenii», 2021. - S. 345-350.

65. Пугачева, О.В. Разработка и валидация методики количественного определения флавоноидов в листьях аронии Мичурина / О.В. Пугачева, Т.А. Брежнева, А.И. Сливкин // Вестник Воронежского государственного университета: серия Химия. Биология. Фармация. - 2023. - №3. - С. 92-99. // Pugacheva, O.V. Razrabotka i validatsiya metodiki kolichestvennogo opredeleniya flavonoidov v list'yakh aronii Michurina / O.V. Pugacheva, T.A. Brezhneva, A.I. Slivkin // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta: seriya Khimiya. Biologiya. Farmatsiya. - 2023. - №3. - S. 92-99.

66. Тринеева О.В. Профиль биологически активных веществ листьев аронии Мичурина, произрастающей в условиях Центрального Черноземья / Тринеева О.В., Пугачева О.В. // Разработка и реги-

страция лекарственных средств. – 2024. Т.13, №2. – С. 33-43 // Trineeva O.V. Profil' biologicheski aktivnykh veshchestv list'ev aronii Michurina, proizrastayushchei

v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya / Trineeva O.V., Pugacheva O.V. // Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv. – 2024. Т.13, №2. – С. 33-43

Воронежский государственный университет

**Пугачева Ольга Валериевна, преподаватель кафедры фармацевтической технологии фармацевтического факультета*

E-mail: pugachevaov1@yandex.ru

Voronezh State University

Pugacheva Olga V., Assistant Professor, dept. of pharmaceutical technology, pharmaceutical faculty

E-mail: pugachevaov1@yandex.ru

Тринеева Ольга Валерьевна, д.фарм.н., доцент, и.о. заведующего кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии, фармацевтического факультета

E-mail: trineevaov@mail.ru

Trineeva Olga V., PhD., DSci., Acting Head of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy, pharmaceutical faculty e-mail: trineevaov@mail.ru

Сливкин Алексей Иванович, д.фарм.н., профессор, заведующий кафедрой фармацевтической технологии

E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

Slivkin Alexey I., PhD., DSci., Full Professor, Head of the Department of Pharmaceutical Technology

E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

Брежнева Татьяна Александровна

e-mail: t_brezhneva@mail.ru

Brezhneva Tatyana Alexandrovna

e-mail: t_brezhneva@mail.ru

ARONIA × MITSCHURINII: ORIGIN OF THE SPECIES, CHEMICAL COMPOSITION OF RAW MATERIALS AND MEDICAL APPLICATIONS (REVIEW)

O.V. Pugacheva, O.V. Trineeva, A.I. Slivkin, T.A. Brezhneva

Voronezh State University

Abstract. Black-fruited rowan, a member of the genus *Aronia*, is widely cultivated in our country. Earlier this plant was identified with *Aronia* blackfruit, but according to the data available to date, cultivated *Aronia* in Russia and neighboring countries refers to a separate species - *Aronia × mitschurinii* - the result of crossing *Aronia* blackfruit and rowanberry. In the literature, authors still refer this plant more often to another species, even when analyzed on Michurin's chokeberry varieties. In this paper we collected information on the origin of this species, on the identification of the composition of biologically active substances of different groups (BAS) in fruits and leaves of chokeberry, as well as on the directions of their possible use. The composition of BAS of black mountain ash fruits is the most studied. They are rich in flavonoids, including anthocyanins, vitamins. They are sources of cyanidin and its glycosides, rutin, catechin, kaempferol, etc. Their use in medicine is due to the antioxidant activity of anthocyanins, as well as P-vitamin activity of some flavonoids. They can also serve as sources of vitamins and trace elements. The leaves of black mountain ash are not sufficiently studied. At the moment it is known that they contain flavonoids, including anthocyanins, tannins, saponins. Most of the existing studies to date have been related to the determination of flavonoids and anthocyanins. In different studies for both fruits and leaves, the presence of antimutagenic, anticarcinogenic, cardioprotective, antiaggregate, hepatoprotective, gastroprotective, antidiabetic, anti-inflammatory, antibacterial, antiviral, radiation-protective, and immunomodulatory activities have been found. The fruit is a pharmacopoeial raw material, although pharmacopoeial articles indicate the Latin name *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott. and is used in medicine as an antioxidant and P-vitamin. Leaves can also be recommended for use in medicine after more complete studies of phytochemical composition, safety indicators of the use of this raw material, as well as the development of methods for its standardisation.

Keywords: *Aronia × mitschurinii*, black rowan, origin of the species, leaves, fruits, chemical composition.