

УДК 581.192:582.998.2:615.322

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЕТАБОЛИТОВ ВИДОВ РОДА *ARCTIUM* L.

© Н.Э. Коломиец<sup>1\*</sup>, Р.С. Боев<sup>2</sup>, Л.В. Жалнина<sup>1</sup>, В.А. Тихомирова<sup>1</sup>, Д.Р. Кашапов<sup>1</sup>,  
Р.А. Бондарчук<sup>3</sup>, Т.П. Новожеева<sup>1,4</sup>, Н.Ю. Абрамец<sup>1</sup>, С.М. Сафронов<sup>2</sup>, А.К.Х. Али<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный медицинский университет, Московский тракт, 2, Томск, 634050 (Россия), e-mail: borkol47@mail.ru

<sup>2</sup>ООО «Вистерра», Россия, ул. Заозерная, 2, Алтайское, 659650 (Россия)

<sup>3</sup>Управление государственной службы занятости по Кировской области, ул. Риммы Юровской, 3, Киров, 610045 (Россия)

<sup>4</sup>НИИ психического здоровья Томского национального исследовательского медицинского центра, ул. Алеутская, 4, Томск, 634014 (Россия)

В обзоре обобщены сведения литературы по распространению, составу, биологической активности метаболитов, суммарных экстрактов растений рода *Arctium* L. мировой флоры. В России к заготовке и применению разрешены корни трех видов – лопуха большого, лопуха войлочного, лопуха малого. На сегодняшний день наиболее изучены фармакологические свойства и состав метаболитов лопуха большого. Не изучен химический состав *A.atlanticum*, *A.debrayi*, *A.leiobardanum*, *A.neumani*, *A.platylepis*, *A.pseudarctium*, *A.sardaimionense*, *A.scanicum*, *A.nemorosum* и *A.palladini*, мало изучены *A.leiospermum*, *A.minus* и *A.tomentosum*. Из изученных видов выделено и идентифицировано более 360 веществ, относящихся к полисахаридам, сесквитерпенам, тритерпенам, жирным кислотам, фенолкарбоновым кислотам, дубильным веществам, витаминам, лигнанам, стеринам, полиацетиленам, аминокислотам, алкалоидам, флавоноидам, макро-, микроэлементам и др. Биологическая активность видов рода *Arctium* также изучена в разной степени. В настоящее время отсутствует информация о фармакологической активности *A.leiospermum*, *A.atlanticum*, *A.debrayi*, *A.leiobardanum*, *A.neumani*, *A.platylepis*, *A.pseudarctium*, *A.sardaimionense*, *A.scanicum*, единичны публикации о лопухе дубравном, л. Палладина, л. войлочном и л. малом. Суммарные экстракты и индивидуальные вещества изученных видов обладают в эксперименте широким спектром фармакологической активности. В целом, приведенная в обзоре информация показывает, что растения рода *Arctium* L. благодаря доступности сырья, возможности культивирования, широкому спектру биологической активности являются перспективными для создания эффективных лекарственных препаратов и других видов продукции, востребованной в разных отраслях промышленности. Фрагментарность, отсутствие информации по составу метаболитов, фармакологической активности большинства видов рода лопух открывает большие возможности для исследователей.

*Ключевые слова:* *Arctium* L., род лопух, химический состав метаболитов, биологическая активность, перспективы изучения и применения.

Лопух, или репейник (*Arctium*) – род растений семейства *Asteraceae* с шиловидно-заостренными и крючковатыми на концах листочками. Родовое название *Arctium* происходит от латинизированного греческого названия *arction*, или *arceion* и *arktion*. Впервые виды этого рода были упомянуты в работе «De Materia

*medica*) Диоскоридом в 77–78 гг. до н.э. Представители рода двулетние, почти не колючие травянистые растения, высотой от 30 см до 3 м (одним из наиболее крупных видов является лопух большой – *Arctium lappa*).

Большинство видов рода *Arctium* являются сорными, рудеральными растениями, широко распространенными, главным образом, в северных, умеренно влажных областях, предпочитая в качестве произрастания места у дорог, жилья, по

Коломиец Наталья Эдуардовна – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтического анализа, e-mail: borkol47@mail.ru

Боев Роман Сергеевич – кандидат фармацевтических наук, директор по науке, e-mail: brs-0@yandex.ru

Жалнина Людмила Владимировна – ассистент кафедры фармацевтического анализа, e-mail: zhalnina82@gmail.com

Тихомирова Валерия Андреевна – ординатор кафедры фармацевтического анализа, e-mail: vvallegry@yandex.ru

Окончание на С. 30.

\* Автор, с которым следует вести переписку.

опушкам, берегам рек, оврагам. Некоторые из них обитают во влажных и тенистых лесах и никогда не встречаются в засушливых условиях [1–4]. По информации базы данных The Plant List, род *Arctium* включает 19 видов [3]. Ареал рода обширен, лопухи встречаются в Российской Федерации, Сибири и Средней Азии, Европе, США, Уругвае, Аргентине, Гималаях, Китае и Японии. В разные годы различными источниками приводятся весьма отличающиеся данные по составу видов рода *Arctium*, произрастающих на территории зарубежных стран, бывшего СССР и современной России. Исследователи связывают это со способностью растений переноситься на значительные расстояния, цепляясь к шерсти животных, предметам одежды своими крючковатыми листочками [1, 4–6].

В РФ по данным, приведенным в Растительных ресурсах России (2012), встречаются 6 видов рода лопух – лопух большой (*Arctium lappa*), лопух гладкосемянный (*Arctium leiospermum*), лопух малый (*Arctium minus*), лопух дубравный (*Arctium nemorosum*), лопух Палладина (*Arctium palladinii*), лопух войлочный (*Arctium tomentosum*) [4].

*Лопух большой* произрастает во всех районах Европейской части России, Кавказа, Западной Сибири, на Дальнем Востоке является заносным в Амурской области, Приморском крае, Сахалине и Курильских островах [2, 4].

*Лопух гладкосемянный* встречается как заносное растение в Западной Сибири [2, 4].

*Лопух малый* распространен во всех районах Европейской части России, Кавказа, в Западной Сибири в Верхне-Тобольском и Алтайском ботанико-географических районах, на Дальнем Востоке является заносным в Приморском крае [2, 4].

*Лопух дубравный* произрастает в лиственных и смешанных лесах, лесных полянах и опушках, по берегам водоемов и среди кустарников Верхне-Волжском, Волжско-Камском, Волжско-Донском, Заволжском и Нижне-Донском ботанико-географических районах Европейской части России [4].

*Лопух Палладина* является сорным растением и наряду с засоренными лугами и мусорными местами встречается в лесах, по берегам рек всех районов Кавказа [4].

*Лопух войлочный* на территории России является самым распространенным видом рода лопух. Как заносное его можно встретить в Арктической части Европейской части России и на Дальнем Востоке (Амурской области, Приморском крае, Сахалине и Курилах); также встречается во всех районах Европейской части России, Кавказа, Западной Сибири, в Восточной Сибири – в Лено-Колымском и Ангаро-Саянском ботанико-географических районах [2, 4].

Таким образом, виды рода *Arctium* произрастают в разных экологических условиях, образуя значительные заросли, пригодные для заготовки [1, 2, 5–7]. Однако научных данных о фактическом состоянии запасов сырья дикорастущих видов рода *Arctium* в литературе нами не обнаружено. Имеется единичная информация «о достаточных зарослях лопуха большого в Алтайском крае, продуктивность корней которого в плотных зарослях составляет 730–790 кг/га, в разреженных 350–460 кг/га» [5]. Некоторые авторы подчеркивают целесообразность введения лопуха в культуру в связи с трудностью заготовки корней не механизированным способом и «отзывчивостью» на применяемые агротехнические мероприятия, заключающуюся в формировании достаточной биомассы, в значительно более короткие сроки, чем в естественных условиях в природе [5, 6].

---

Кашапов Денис Радикович – студент,  
e-mail: kashapov-d@bk.ru

Бондарчук Руслан Анатольевич – кандидат  
фармацевтических наук, начальник,  
e-mail: bondarchuk686@mail.ru

Новожеева Татьяна Петровна – доктор биологических  
наук, профессор кафедры фармацевтического анализа,  
e-mail: ntp1953@mail.ru

Абрамец Наталья Юрьевна – кандидат  
фармацевтических наук, старший преподаватель  
кафедры фармацевтического анализа,  
e-mail: abrameznu@mail.ru

Сафронов Сергей Михайлович – кандидат химических  
наук, директор по производству,  
e-mail: safser10@yandex.ru

Али Абдулджалил Каид Хасан – аспирант,  
e-mail: jalilalshemiry@yahoo.com

Применение лопуха как источника пищи и лекарства насчитывает несколько тысячелетий. Корни благодаря сладкому вкусу запекают, жарят, тушат, используют при варке супа (вместо картофеля), производстве кондитерских изделий, хлеба, оладий, повидла, джема, мармелада, спиртных напитков, поджаренные корни используют вместо цикория [7–10].

Наибольшее распространение лопух имеет в странах Азии. Так, в Китае лопух известен под названием «лупан» и его можно часто встретить на лотках овощных магазинов. Здесь его едят сырым, добавляют в различные блюда, пекут хлеб. В Япо-

нии лопух большой возделывается как важная сельскохозяйственная культура, которую используют для приготовления гарниров, супов, производства продуктов функционального питания, специализированной пищевой продукции для человека, пищевых добавок для животных, удобрений, средств защиты растений и т.д. Объемы ежегодного производства лопуха составляют 200 тыс. т, однако даже такое огромное количество не покрывает потребностей японцев, которые вынуждены импортировать это сырье из Австралии, Филиппин, Китая, Вьетнама. Лопух большой также культивируется во Франции и Бельгии для нужд внутреннего рынка, так как в этих странах он считается изысканным деликатесом [8, 9].

Масло лопуха еще с древних времен использовали для укрепления и питания волос, а также как средство от вшей, сыпи, лишая, трофических язв. Свежие листья лопуха в народной медицине России использовали при ожогах, сыпи, кожном зуде, экземах, язвах и дерматите, плесневых поражениях рта и глаз. Сок, отвары применяли при подагре, для стимулирования обмена веществ, лечения артритов и артрозов, суставного ревматизма, подагры, ишиаса, запаха изо рта, мочекаменной болезни, язве желудка. Антибактериальные свойства лопуха большого использовали при ангинах, сифилисе, воспалении слизистых оболочек половых органов, начальных формах заболеваний верхних дыхательных путей, воспалении слизистых оболочек рта, десен, горла, благодаря противопаразитарному действию используют при глистах [7, 11–13, 15, 16]. В народной медицине Кавказа отвар корней лопуха большого применяют при запорах, задержке менструаций, кожных заболеваниях [14]. Народной медициной накоплен опыт лечения аденомы предстательной железы и других онкологических заболеваний свежим соком, галеновыми препаратами корней, листьев, соцветий лопуха [17, 18].

В народной медицине Индии и Германии лопух считают кроволимфоочистительным средством [16, 19–21]. В бразильской народной медицине корни лопуха большого используют как антибактериальное средство [22]. В тибетской, болгарской народной медицине корни лопуха большого рекомендуют применять при опухолях, наличии камней в почках и мочевом пузыре, гастрите, язве желудка, для стимуляции обмена веществ [13, 14]. В немецкой медицине отвар корней применяют при сыпях, почечнокаменной болезни, ревматизме, подагре. В Китае семена и корни лопуха большого применяют при укусах насекомых и ядовитых змей, отеках, кровоизлияниях, фурункулах, а также как желчегонное, мочегонное средство [14].

В официальной медицине России разрешены к заготовке и применению несколько видов лопуха – лопух большой – *Arctium lappa* L., лопух паутинистый (войлочный) – *Arctium tomentosum* Mill., лопух малый – *Arctium minus* (Mill.) фармакопейная статья на корни которых находится в действующей Государственной фармакопее России XIV издания [23]. В Японской фармакопее (JP) имеется статья о плодах лопуха большого (*Arctii fructus*) [24]. Свежие корни лопуха большого (*Arctium lappa* L.), заготавливаемые осенью первого года или весной второго года до цветения, используют для получения фармакопейных гомеопатических препаратов [25].

Несколько отечественных производителей выпускают корни лопуха как лекарственное средство в измельченном виде [26], которые рекомендуют в качестве средства с диуретическим, желчегонным и противовоспалительным действием.

Ряд зарубежных компаний выпускают различные виды продукции на основе лопуха. Так, «Hawaii Pharm» выпускает жидкий экстракт корней лопуха большого, «Aromatika» производит масло из корней лопуха большого в качестве косметологического средства для улучшения структуры волос, кожи, «Nature's sunshine» производит биологически активную добавку к пище в виде капсул [27]. Также лопух входит в комплексную БАД «Milk Thistle Complex», производимую компанией «Kavana Supplements», в состав которой входят экстракт семян расторопши, корней одуванчика и лопуха [28, 29].

В России и некоторых странах ближнего зарубежья несколько производителей (ФитОлеум ТОО, ЗАО Эвалар, ООО Алфит-плюс, ООО Азбука трав, ООО Лазурин, ООО Камелия®, ООО Биолит, ООО Травы Алтая) выпускают 100% масло корней лопуха (репейное масло), масло с различными добавками (календулой и хмелем, гинкго билоба, экстрактом крапивы, чередой, прополисом, экстрактом хвоща (с керамидами), экстрактом чайного дерева, лецитином, крапивой и ромашкой, экстрактом красного перца), чайные напитки с корнем лопуха, сок из надземной части лопуха.

Доступность сырья, возможность его культивирования и заготовки в больших объемах позволяет использовать его не только в производстве фармацевтических и парафармацевтических продуктов, но и в других отраслях промышленности.

Например, лопух используют для поддержания минерального и антиоксидантного статусов, повышению продуктивности высокоудойных пород коров, находящихся под действием стресс-факторов [30].

Исследование, проведенное в американской компании «Beech-Nut Nutrition Corporation» в 1997 г., показывает, что корень лопуха можно использовать как компонент детских смесей [31].

Лопух представляет большую ценность в качестве медоноса. Так, исследование нектаро-, сахаро- и медопродуктивности лопуха войлочного привело к выводу об отсутствии конкуренции насекомых-опылителей за нектар растения (при теоретической возможности потребления 54 кг/га насекомыми было употреблено всего 15 кг/га, что составляет 28.8% от общего запаса нектара). Таким образом, лопух может служить эффективной поддержкой для создания системы «нектароносного конвейера» [32]. Разработаны рецептуры пищевых сиропов на основе корней лопуха [33].

Масло семян лопуха большого можно использовать в мыловарении как замену глицерину, в производстве олифы высокого качества.

По состоянию на июнь 2020 г. в международной базе патентов находится более 69 тысяч объектов интеллектуальной собственности из разных областей знаний, технологий, промышленности и разных стран, в которых упоминается лопух.

Успешный опыт применения лопуха в народной медицине при широком круге заболеваний не мог не привлечь внимание исследователей разных стран к изучению химического состава и фармакологических свойств. Однако как показывает анализ международных баз цитирования, исследованы они в разной степени. Наиболее изученным видом рода *Arctium* является лопух большой (739 ссылок в базе Scopus), далее следуют лопух малый (67 ссылок), лопух войлочный (40 ссылок), лопух гладкосемянный (4 ссылки), лопух дубравный (2 ссылки), лопух Палладина (1 ссылка).

#### **Биологическая активность суммарных экстрактов и метаболитов видов рода *Arctium L.***

Биологическая активность видов рода *Arctium* изучена в разной степени, так, на сегодняшний день в доступной литературе и международных базах цитирования отсутствует информация о фармакологической активности одного из видов, произрастающих на территории РФ – лопуха гладкосемянного, единичны публикации о лопухе дубравном, лопухе Палладина, лопухе войлочном и лопухе малом. Отсутствуют сведения по активности других видов: *Arctium atlanticum*, *Arctium debrayi*, *Arctium leiobardanum*, *Arctium neumani*, *Arctium platylepis*, *Arctium pseudarctium*, *Arctium sardaimionense*, *Arctium scanicum*.

В обзоре Н. Мамедова с соавт. приводится анализ растений флоры России и Центральной Азии, которые использовались в рецептурных и безрецептурных фармацевтических средствах для лечения аллергических высыпаний, раздражений кожи, фурункулах, ранах, дерматите и пиодермии, в числе которых лопух дубравный, лопух Палладина, лопух войлочный, лопух большой, лопух малый [34].

*Лопух дубравный.* Исследователями из Швейцарии *in vitro* изучено 254 экстракта из 61 растения, в том числе л. Дубравного, на антиплазмодиальную активность и целевая идентификация активных компонентов экстрактов. Онопордопикрин – сесквитерпеновый лактон из *Arctium nemorosum* проявил себя в качестве мощного ингибитора возбудителя малярии *Plasmodium falciparum* с IC<sub>50</sub> 6.9 мкМ, возбудителя африканской сонной болезни *Trypanosoma brucei rhodesiense* с IC<sub>50</sub> 0.37 мкМ [35].

*Лопух войлочный.* Экспериментальные исследования разных лет показали, что настойка семян всех моделях язвообразования проявляет выраженное гастрозащитное действие, снижает уровень пепсина в желудочном соке, ускоряет эвакуацию кишечного содержимого [36, 37], а экстракт из семян приводит к значительным изменениям функциональной активности желудка и повышению защитных свойств надэпителиального слизистого слоя тонкого кишечника [38].

В исследовании венгерских ученых изучена *in vitro* антипролиферативная активность против HeLa (эпителиальная аденокарцинома шейки матки), A431 (эпидермоидная карцинома кожи) и MCF7 (эпителиальная аденокарцинома клеток молочной железы) экстракта лопуха войлочного, который ингибировал >50% роста клеток в концентрации 10 мкг/мл [39].

Извлечения из лопуха войлочного проявляют адаптогенное, антитоксическое действие при отравлении этанолом за счет изменения развития толерантности к наркотическому эффекту этанола [16, 40]; экстракт листьев проявляет высокую ранозаживляющую активность, выраженное антиэкссудативное и антипролиферативное действие на модели хронического воспаления, и умеренное противовоспалительное у животных с острым воспалением. Этанольный экстракт корней проявляет анальгетическую активность [41].

*Лопух малый.* Исследованию антибактериальной активности лопуха малого посвящено несколько работ разных лет. В этих исследованиях определяли активность суммарных спиртовых экстрактов, двух лактонов (с эмпирической формулой  $C_{15}H_{20}O_5$  и  $C_{18}H_{24}O_6$ ), выделенных из листьев. Результаты показали, что лактоны имеют умеренную активность против грамположительных бактерий, экстракты активны против *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Listeria monocytogenes* и *Staphylococcus aureus* [42–46].

Водный раствор *Arctium minus*, распространенного в степях Украины, *in vitro* оказывает летальное действие на неинвазивные личинки (первой и второй стадии L1-2) *Strongyloides papillosus* [47].

Группой турецких ученых изучена *in vitro* иммуномодулирующая активность экстрактов, которые статистически активны в тестах на хемотаксис нейтрофилов и случайную миграцию, а также уменьшают количество активных радикалов [48].

В комплексном исследовании этанольных и водных экстрактов листьев изучены противовоспалительная, антиноцицептивная, антиоксидантная активность. Результаты показали, что этанольный экстракт проявляет дозозависимую противовоспалительную активность в диапазоне от 11.1 до 23.6% в дозе 200 мг/кг; значительную антиноцицептивную активность. Оба экстракта обладают значительной антирадикальной активностью DPPH. В системе FIA-CL было показано, что этанольный экстракт обладает значительной поглощательной активностью в отношении  $H_2O_2$ , тогда как водный экстракт обладает значительно более сильной антиоксидантной активностью в отношении НОС1-люминола CL [49].

В другом исследовании изучено антиноцицептивное и противоотечное действие неочищенного экстракта семян *A. minus* на модели острого приступа подагры. Экстракт в дозе 100 мг/кг, введенный перорально, уменьшал механическую аллодинию, вызванную инъекцией MSU, с 4 до 8 ч после его введения; предотвращал механическую аллодинию в дозах 30 и 100 мг/кг. Экстракт (10–300 мкг/мл) ингибировал активность ксантиноксидазы *in vitro*. Авторы исследования сделали заключение о том, что неочищенный экстракт семян лопуха малого можно использовать в качестве вспомогательного средства при подагре для снижения боли вследствие воздействия раздражителей [50].

Бразильскими учеными при изучении отваров корней лопуха малого на инбридных крысах гого-какизаки (GK) с сахарным диабетом 2 типа был сделан вывод о противопоказании отвара при данной патологии. Было установлено, что после 4-недельного введения отвары не оказывают значительного влияния на гликемический контроль, а длительный прием вызывает вредное воздействие на клеточный метаболизм (значительное снижение показателей дыхания митохондрий (RCR и FCCP стимулированное дыхание) [51].

Ученые из Канады изучили цитотоксичность лопуха малого, используемого народной медициной коренных народов при лечении опухолевых заболеваний, на чувствительных и устойчивых к множеству лекарств (MDR) опухолевых клеточных линиях. Цитотоксичность составила  $IC_{50}$  в диапазоне от 2.40 до 86.35 мкг/мл, а клеточные линии MDR не проявляли перекрестной устойчивости к экстракту, что позволило сделать вывод о том, что экстракт можно использовать при резистентных опухолях [52].

*Лопух большой.* Наиболее изучена фармакологическая активность этого вида. В нескольких исследованиях была изучена антимикробная активность экстракта, сухого остатка водного извлечения, эфирного масла, смолистых веществ корней и листьев в отношении 30 штаммов грамположительных и 47 штаммов грамотрицательных бактерий [53–58]. Результаты показали возможность применения лопуха для дезинфекции зубных каналов, предложены лекарственные формы с регенеративным, дезодорирующим и противовоспалительным действием, лекарственные препараты для лечения гастроэнтерологических, гинекологических, дерматологических заболеваний, заболеваний верхних дыхательных путей с выраженным антибактериальным эффектом [53, 58–61]. Сок листьев эффективен при гнойно-септических процессах, вызванных грамотрицательными бактериями [54].

Исследователи из Бразилии показали, что извлечения из листьев лопуха большого проявляют не только высокую антибактериальную, но и противовирусную активность [55, 56, 58].

Извлечения из сборов, в состав которых входили корни лопуха, проявляют анти-ВИЧ-активность на нескольких линиях культуры тканей [59].

В нескольких работах была изучена *in vitro* и *in vivo* антиоксидантная активность водных и водно-спиртовых извлечений из корней и индивидуальных веществ. Установлено, что хлорогеновая и кофейная кислоты являются ингибиторами процессов перекисного окисления липидов, при этом разрушение кислот в результате термообработки сырья приводит к уменьшению антиоксидантных свойств экстрактов [60–62].

Экстракционные комплексы из корней и листьев на различных моделях повреждения печени проявляют высокую гепатопротекторную активность, при этом авторы связывают гепатозащитное действие экстрактов с антиоксидантной активностью [63]. При повреждениях печени, вызванных хроническим воздействием этанола, четыреххлористого углерода и ацетофена, извлечения из корней значительно улучшают различные биохимические показатели, защищая гепатоциты от токсического воздействия [64–66].

Водный, этанольный экстракты плодов снижают продукцию гистамина и провоспалительных цитокинов (интерлейкин (IL)-1 $\alpha$ , IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$  в тучных клетках). Оба экстракта и арктигенин ингибируют фосфорилирование MAPK и NF- $\kappa$ B в активированных тучных клетках. Чай из корней, арктигенин, арктиин проявляют в эксперименте на животных, в клинических исследованиях на пациентах с остеоартритом противовоспалительные свойства [67–70].

Экспериментально показано, что извлечение из корней тормозит развитие опухолевого процесса, что позволяет использовать его в сочетании с химиотерапией для лечения злокачественных новообразований; арктиин и арктигенин, выделенные из экстракта плодов, обладают цитотоксичным действием на культуре тканей человека линии Hep G2 и гепатоцитах линии Chang [71–73]; противоопухолевыми свойствами также обладают фракции сока и метанольного экстракта корней [74–78].

Метанольный экстракт корней лопуха большого обладает антимуtagenным действием, блокирует возникновение неопластов в клетках гепатомы мышей с помощью индукции маркерного фермента хинонредуктазы и может использоваться для профилактики рака [77].

Иммуностимулирующие свойства сока корней изучали на крысах, подвергнутых эмоциональному стрессу, облученных сублетальной дозой ионизирующей радиации. Авторы выявили у животных лейкопению, лимфоцитоз, увеличение антителообразующих клеток в селезенке, снижение фагоцитарной активности нейтрофилов, снижение с последующим повышением функциональной активности T-лимфоцитов, увеличение концентрации иммунных комплексов в сыворотке крови, повышение активности некоторых ферментов энергетического и пуринового обмена, снижение количества лимфоидных клеток в костном мозге, увеличение их количества в тимусе и лимфатических узлах тонкого кишечника [80].

Имеются данные о том, что регулярное употребление корней в вечернее время способствует поддержанию здоровой микробиоты кишечника [81].

Корни лопуха большого обладают перспективной антидиабетической активностью, которая проявляется улучшением гомеостаза глюкозы и снижением инсулинорезистентности [82].

В одном из обзоров китайских ученых приводятся сведения об обнаружении в корнях соединений с антиоксидантными и противодиабетическими свойствами. Некоторые соединения семян обладают противовоспалительным и сильным ингибирующим действием на рост опухолей, таких как рак поджелудочной железы. Из экстракта листьев выделены вещества с антибактериальной активностью, ингибирующие рост микроорганизмов в полости рта. В этом же обзоре сообщается об использовании лопуха в медицине для лечения диабета и СПИДа. Также авторы приводят информацию о побочных эффектах лопуха – контактный дерматит и другие аллергические / воспалительные реакции [83].

Инъекции водно-спиртового экстракта лопуха в экспериментах *in vivo* снижают рост опухолей и увеличивают выживаемость мышей. Полученные результаты позволили предположить, что экстракт лопуха регулирует миграцию и активацию иммунных клеток, что коррелирует с благоприятным исходом на модели острого воспаления и прогрессирования меланомы [84].

В одном из клинических исследований изучено сочетанное назначение ацетаминофена и глюкозамина с чаем из корня лопуха в течение 42 дней на маркеры воспаления (высокочувствительный C-реактивный белок (hs-CRP), интерлейкин-6 (IL-6)), показатели окислительного стресса (общая способность антиоксидантов (TAC), глутатионпероксидаза (GPX), супероксиддисмутаза (SOD) и вещества, реагирующего с тиобарбитуровой кислотой) у пациентов смешанной группы (мужчины, женщины) в возрасте 50–70 лет с остеоартрозом коленного сустава. Результаты показали значительное снижение уровней сывороточного IL-6 ( $P = 0.002$ ) и hs-CRP ( $P = 0.003$ ) белка, малонового диальдегида ( $P < 0.001$ ), тогда как уровни TAC в сыворотке ( $P < 0.001$ ) и активность СОД ( $p = 0.009$ ) были значительно увеличены. Полученные результаты свидетельствуют о том, что чай из корня лопуха большого улучшает воспалительный статус и окислительный стресс у пациентов с остеоартрозом коленного сустава [85].

Изучение фармакологических свойств лопуха большого не ограничивалось исследованием активности суммарных комплексов, в некоторых работах изучались только индивидуальные вещества полисахаридной, лигнановой, фенольной природы [86–112].

Антиоксидантную активность проявляет полисахаридная фракция листьев лопуха [87].

Арктиин обладает потенциалом сенсбилизации клеток колоректального рака путем активации аутофагии, которая индуцирует апоптоз и ингибирует рост клеток [88].

Выделенный из лопуха большого лигнан арктигенин ингибирует рост раковых клеток желудка, легких, печени и толстой кишки. Аналогичными свойствами обладает лаппаол F и арктиин листьев лопуха. Благодаря эстрогенным свойствам арктигенин семян лопуха ингибирует процессы метастазирования при раке молочной железы. Арктигенин обладает антиоксидантной и противовоспалительной активностью [89].

Цитотоксичность арктиина, арктигенина и других лигнанов семян лопуха большого доказана в опытах *in vitro* и *in vivo* на культурах клеток и перевиваемых опухолях [90–95]. В одном из исследований показано, что арктигенин проявляет 100% цитотоксичность при вынужденном голодании опухолевых клеток [93].

Экспериментальные исследования на животных показали, что спиртовые экстракты оказывают стимулирующее воздействие на процессы сперматогенеза. Арктигенин предупреждает поражение нервных клеток амилоидом и этиловым спиртом. Назначение экстрактов лопуха предупреждает поражение тестикулярного аппарата, печени солями кадмия [96].

Фруктан проявляет противокашлевую активность сопоставимую с ненаркотическими синтетическими препаратами, а в митогенных и комитогенных тестах его действие сопоставимо с действием иммуномодулятора «Зимозана» [97].

Арктиин из семян показывает эффективность при экспериментальном гломерулонефрите, защищая мочевыделительную систему от поражения *Schistosoma haematobium*, тем самым предупреждая развитие рака мочевого пузыря. При наружном применении арктиин улучшает трофику кожи, предупреждает образование морщин. Клинические исследования показали, что лопух оказывает терапевтическое воздействие при юношеских угрях воспалительного характера. Рандомизированные, плацебо, контролируемые клинические исследования показали, что слизь семян лопуха оказывает терапевтическое воздействие при сухости, зуде и ожогах кожи. Арктиин обладает радиопротекторными свойствами [98–100].

Полисахариды регулируют липидный обмен диабетических крыс через путь PKC/NF-κB [101]. Очищенный водорастворимый полисахарид (ALP-1) проявляет противовоспалительное действие, эффективно адаптируя уровни воспалительных цитокинов в макрофагах и сыворотке крови, в том числе повышенный противовоспалительный цитокин (интерлейкин-10) и нисходящие провоспалительные цитокины (интерлейкин-1в, интерлейкин-6 и фактор некроза опухоли-б) [102]. Пектиновые вещества, кислые арабиногалактаны обладают способностью связывать в сыворотке крови атерогенные липопротеиды низкой плотности, что может указывать на возможное антиатеросклеротическое действие [103]. Неочищенная полисахаридная фракция (SAA) водного экстракта листьев проявляет дозозависимую антиэдематогенную активность в отношении каррагинан-индуцированного отека лапы, который сохраняется до 48 ч. Последовательное фракционирование SAA на отсекающих мембранах 50 кДа и 30 кДа дает три фракции (RF50, RF30, EF30), проявляющих противоотечное действие. RF30, состоящий из рамногалактуронана I, арабиногалактанов I и II и арабинана, демонстрирует более сильное действие, подавляя 57% отека лапы в дозе 4.9 мг/кг [104].

Гексановый экстракт, дихлорметановая фаза метанольного экстракта, в составе которых идентифицированы н-нонакозан, таракастерол ацетат, таракастерол, в-ситостерол, стигмастерол, изолиолит, мелитенин, *транс*-кофейная кислота, кемпферол, кверцетин, кемпферол-3-О-глюкозид, проявляют противотуберкулезную активность (MIC 62.5 мкг/мл). Среди выделенных веществ лучшую активность проявила *n*-кумаровая кислота (MIC 31.3 мкг/мл), а в смеси с 4-гидроксibenзойной кислотой (MIC 62.5 мкг/мл) [105].

Неочищенный этанольный экстракт плодов лопуха большого, в составе которого идентифицированы дибензилбутиролактоновые лигнаны (арктиин и арктигенин), обладает *in vitro* выраженным шистосомицидным (в отношении взрослых червей *Schistosoma mansoni*) действием в дозе 400, 50 и 3.125 мкг/мл и противогерпетической активностью (при репликации вируса простого герпеса типа 1 (HSV-1)) в дозе 400 мкг/мл [106].

Экстракт плодов лопуха большого (AFE) и его ферментированная форма (F-AFE) обладают противоаллергическим действием. Также полученные авторами результаты позволили предположить, что арктигенин играет важную роль в противоаллергическом действии F-AFE [107].

Содержащиеся в листьях лопуха большого моно- и дикаффеоилхинные кислоты обладают противоязвенной активностью [108].

Ученые из Китая впервые определили *in vitro* и *in vivo* противоопухолевую активность лаппаола F, который обладает сильным ингибирующим действием на рост опухолевых клеток в зависимости от времени и дозы в линиях раковых клеток человека различных типов тканей, и минимальное цитотоксическое действие на протестированные неумороженные эпителиальные клетки [109].

Инулин корня лопуха большого используют для профилактики и лечения сахарного диабета, нормализации функции поджелудочной железы [110–112].

### **Сведения о составе метаболитов видов рода *Arctium* L.**

Как известно, семейство *Asteraceae*, к которому относится род *Arctium*, является одним из наиболее высокоорганизованных семейств цветковых растений. Среди вторичных метаболитов *Asteraceae* наиболее часто встречающимися классами соединений практически всех его представителей являются терпеноиды (преимущественно сескви-, ди- и тритерпены, сесквитерпеновые лактоны), фенольные соединения (флавоноиды, производные *транс*-коричной кислоты), ацетиленовые соединения. Многие из них считаются важными хемотаксономическими маркерами как отдельных родов, так и семейства в целом, а сесквитерпеновые лактоны и ацетиленовые соединения относят к уникальным структурным классам *Asteraceae*.

Исследования биологически активных веществ (БАВ) рода *Arctium* включали изучение полисахаридов, фенольных соединений, летучих веществ, аминокислот, ацетиленовых соединений, терпенов, лигнанов, жирных кислот и некоторых других групп. Обобщенная информация по выделенным, идентифицированным группам БАВ в разных видах рода *Arctium* представлена в таблице. В настоящее время не изучен химический состав *Arctium atlanticum*, *Arctium debrayi*, *Arctium leiobardanum*, *Arctium neumani*, *Arctium platylepis*, *Arctium pseudarctium*, *Arctium sardaimionense*, *Arctium scanicum*, *Arctium nemorosum* (лопух дубравный) и *Arctium palladini* (лопух Палладина), мало изучены *Arctium leiospermum* (лопух гладкосемянный), *Arctium minus* (лопух малый) и *Arctium tomentosum* (лопух войлочный). Наиболее изучен состав БАВ *Arctium lappa* (лопуха большого) [113–138].

*Лопух гладкосемянный.* В разные годы в этом виде исследователи сообщали об обнаружении и выделении сесквитерпенового лактона – лигнанового гликозида арктиина [113, 114]. При изучении липидов семян методом ГХ обнаружено, что основными являются ацилглицериды обычных жирных кислот и насыщенных кислородом жирных кислот [115]. Также в этом виде обнаружены аскорбиновая кислота, лактоны, алкалоиды, каротиноиды, кумарины, флавоны, эфирное масло, смолистые и дубильные вещества [116].

*Лопух малый.* В одном из ранних исследований лопуха малого сообщалось об обнаружении биофлавоноидов [117]. Из масла семян были выделены и охарактеризованы *транс*-3-еновые кислоты (*транс*-3,*цис*-9,*цис*-12-октадекатриеновая кислота (9.9%) [118]. В более позднем исследовании было показано, что жирные кислоты семян масла содержат  $\gamma$ -линоленовую кислоту в дополнение к другим жирным кислотам [119].

*Лопух войлочный.* В семенах обнаружены жирное масло (до 22.1%), представленное оксикислотами, присутствующими в наибольшем количестве; эпоксидными кислотами, представленными главным образом 9,10-эпокси-*цис*-октадека-12-еновой кислотой; миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая кислоты (67.8%); триацисцицеролы коронаровой, вероловой, *цис*-9,10-эпоксиоктадекановой и *транс*-9,10-эпоксиоктадекановой кислот; высшие алифатические тритерпеновые спирты, стероиды, ацилглицеролы [1, 4, 120]. В дальнейшем установлено, что масло лопуха войлочного частично гидролизровано и содержит четыре свободные жирные кислоты, одна из них может быть 3 (t), 9 (c), 12 (c) -октадекатриеновой кислотой [121].

Корни этого вида лопуха содержат водорастворимые полисахариды (глюкофруктаны), пектиновые вещества и гемицеллюлозу [122].

Методом ВЭЖХ в корнях лопуха войлочного идентифицированы арктиин и арктигенин, а также показаны выраженные антиоксидантные свойства арктигенина [123].

Российскими учеными изучен состав летучих веществ и жирных кислот сока листьев лопуха войлочного, который показал присутствие эвгенола, ванилина, 2,2,7,7-тетраметилтрицикло[6.2.1.0(1,6)]ундец-4-ен-3-он, 1,3-бензодиоксила, 4-метокси-6-(2-пропенил) (миристицина), пальмитиновой кислоты этилового эфира C16:0, пальмитиновой кислоты C18:2, линолевой кислоты этилового эфира C18:2, себациновой кислоты дибутилового эфира и семи неидентифицированных соединений [124].



Метаболиты растений рода *Arctium*

№	Название метаболита	Вид и литература
1	2	3
<i>Гидроксibenзойные кислоты и их производные</i>		
1	Галловая кислота	A1 [1, 4, 139–141, 145]
2	Ванилин	A4 [124], A1 [1, 4]
3	4-гидроксibenзойная кислота	A1 [105]
<i>Гидроксикоричные кислоты и их производные</i>		
4	Кофейная кислота	A1 [1, 4, 120, 126, 127, 139–141, 145]
5	<i>транс</i> -кофейная кислота	A1 [105]
6	Хлорогеновая кислота	A1 [1, 4, 120, 126, 127, 139–141, 143, 145]
7	Изохлорогеновая кислота	A1 [1, 4, 139, 140]
8	1-О-кофеилхинная кислота	A1 [141]
9	Циннаматы	A1 [141]
10	1,3-О-дикафеоилхинная кислота	A1 [137, 141, 142]
11	1-О-,5-О-дикафеоилхинная кислота	A1 [137, 141, 142]
12	1-О-,5-О-дикафеоил-3-О-сукцинилхинная кислота	A1 [137]
13	1-О-,5-О-дикафеоил-4-О-сукцинилхинная кислота	A1 [137]
14	1-О-,5-О-дикафеоил-3-О- 4-О-дисукцинилхинная кислота	A1 [137]
15	1-О-,3-О-,5-О-трикафеоил-4-О-сукцинилхинная кислота	A1 [137]
16	<i>n</i> -кумаровая кислота	A1 [105, 145]
17	Кумароилхинная кислота	A1 [145]
18	Бензойная кислота	A1 [145]
19	Цинарин	A1 [145]
20	Кафеоил-гексоза-гидроксифенол	A1 [145]
21	3-О-кофеилхинная кислота	A1 [145]
22	4-О-кофеилхинная кислота	A1 [145]
23	5-О-кофеилхинная кислота	A1 [145]
24	1,5-ди-О-кафеоил-3-О-малоилхинная кислота	A1 [145]
25	1,5-ди-О-кафеоил-4-О-малоилхинная кислота	A1 [145]
26	1,3,5-три-О-кафеоилхинная кислота	A1 [145]
27	1,5-ди-О-кафеоил-3-О-сукцинил-4-О-малоилхинная кислота	A1 [145]
28	5-синапоилхинная кислота	A1 [145]
29	3-синапоил-5-кафеоилхинная кислота	A1 [145]
30	3-синапоил-5-кафеоил-1-метоксиоксалохинная кислота	A1 [145]
31	4-синапоил-5-кафеоил-1-метоксиоксалохинная кислота	A1 [145]
32	3,4-дикафеоилхинная кислота	A1 [145]
33	1,4-ди-О-кафеоилхинная кислота	A1 [145]
34	3,5-ди-О-дикафеоилхинная кислота	A1 [145]
35	4,5-дикафеоилхинная кислота	A1 [145]
36	3,5-дикафеоил-1-метоксиоксалинная кислота	A1 [145]
37	3-ферулоил-5-кафеоилхинная кислота	A1 [145]
38	4,5-дикафеоил-1-метоксиоксалохинная кислота	A1 [145]
39	3-синапоил-5-кафеоил-4-метоксиоксалинная кислота	A1 [145]
40	1,4,5-трикафеоилхинная кислота	A1 [145]
41	3,4,5-трикафеоилхинная кислота	A1 [145]
42	1,4,5-трикафеоил-3-метоксиоксалинная кислота	A1 [145]
43	3-сукциноил-4,5-дикафеоил	A1 [145]
44	1,5-дикфеоил-3-сукциноилхинная кислота	A1 [145]
45	1,5-ди-О-кафеоил-4-О-сукциноилхинная кислота	A1 [145]
46	3,4-дикафеоил-5-сукциноилхинная кислота	A1 [145]
47	1,3-дикафеоил-5-фумароилхинная кислота	A1 [145]
48	1,5-дикафеоил-4-фумароилхинная кислота	A1 [145]
49	1,5-дикафеоил-3-малоилхинная кислота	A1 [145]
50	1,4-ди-О-кафеоил-3-малоилхинная кислота	A1 [145]
51	1,3-ди-О-кафеоил-4,5-ди-О-малоилхинная кислота	A1 [145]
52	1,5-дикафеоил-4-малоилхинная кислота	A1 [145]
53	1,4-ди-О-малоил-3,5-ди-О-кафеоилхинная кислота	A1 [145]
54	1,3,5-трикафеоил-4-сукциноилхинная кислота	A1 [145]
55	1,5-дикафеоил-3,4-дисукциноилхинная кислота	A1 [145]
56	1,5-дикафеоил-3-фумароил-4-сукцинилхинная кислота	A1 [145]
57	1-фумароил-3,5-дикфеоил-4-сукциноилхинная кислота	A1 [145]

Продолжение таблицы

1	2	3
58	1,5-ди-О-каффеоил-3-О-сукциноил-4-О-малоилхинная кислота	A1 [145]
59	Дималоил-дикаффеоилхинной кислоты изомер 1	A1 [145]
60	Сукциноил-трикаффеоилхинной кислоты изомер	A1 [145]
61	Малоил-дикаффеоилхинной кислоты изомер	A1 [145]
62	Дикаффеоил-сукциноил-малониллхинной кислоты изомер 1	A1 [145]
63	Дикаффеоил-сукциноил-малониллхинной кислоты изомер 2	A1 [145]
64	Дималоил-дикаффеоилхинной кислоты изомер 2	A1 [145]
65	Дималоил-дикаффеоилхинной кислоты изомер 3	A1 [145]
66	Малоил-трикаффеоилхинной кислоты изомер	A1 [145]
67	1,3,5-три-О-каффеоил-4-О-малоилхинная кислота	A1 [145]
68	5-гидроксимальтол	A1 [145]
69	Янтарная кислота	A1 [145]
<i>Дубильные вещества</i>		
70	Производные пирокатехина	A1 [1, 4, 139, 140]
<i>Фенольные соединения и их гликозиды</i>		
71	Арбутин	A1 [1, 4, 139, 140]
72	Арктиифенолгликозид А	A1 [145]
<i>Флавоноиды</i>		
73	Апигенин	A1 [1, 4, 139, 140]
74	Гиперозид	A1 [1, 4, 139, 140]
75	Гесперидин	A1 [1, 4, 139, 140]
76	Кверцетин	A1 [1, 4, 105, 139–141]
77	Рутин	A1 [1, 4, 139, 140], A3 [145]
78	Нобилетин	A1 [134]
79	Лютеолин	A1 [141]
80	Кверцетин рамнозид	A1 [141]
81	Кверцитрин	A1 [141]
82	Байкалин	A1 [145]
83	Кверцетин-3-О-глюкуронид	A1 [145]
84	Кверцетин-3-вицианозид	A1 [145]
85	Кверцимеритрин	A3 [145]
86	Изокверцитин	A3 [145]
87	Астрагалин	A3 [145]
88	Кемпферол-3-О-рамноглюкозид	A3 [145]
89	Биоханин А	A1 [145]
90	Генистеин	A1 [145]
91	Тангеретин	A1 [145]
92	Кемпферол	A1 [105]
93	Кемпферол-3-О-глюкозид	A1 [105]
<i>Биофлавоноиды A3 [117]</i>		
<i>Кумарины A2 [116], A1 [1, 4]</i>		
<i>Антоцианы A1 [1, 4, 138, 139]</i>		
<i>Аминокислоты и другие азотсодержащие соединения</i>		
94	Аспарагиновая кислота	A1 [1, 4, 128]
95	Серин	A1 [1, 4, 128]
96	Треонин	A1 [1, 4, 128]
97	Пролин	A1 [1, 4, 128]
98	Аланин	A1 [1, 4, 128]
99	Глицин	A1 [1, 4, 128]
100	Полу-цистин	A1 [1, 4, 128]
101	Метионин	A1 [1, 4, 128]
102	Валин	A1 [1, 4, 128]
103	Лейцин	A1 [1, 4, 128]
104	Изолейцин	A1 [1, 4, 128]
105	Тирозин	A1 [1, 4, 128]
106	Орнитин	A1 [1, 4, 128]
107	Фенилаланин	A1 [1, 4, 128]
108	Лизин	A1 [1, 4, 128, 139, 140]
109	Триптофан	A1 [1, 4, 128]
110	Гистидин	A1 [1, 4, 128]

Продолжение таблицы

1	2	3
111	Аргинин	A1 [1, 7, 128, 139, 140]
112	β-аспарагин	A1, A4 [145]
<i>Сахара / Полисахариды A1 [130, 131, 139–141]</i>		
113	ВРПС (глюкофруктаны), гемицеллюлоза	A4 [122]
114	ПВ	A4 [122], A1 [1,4]
115	Фруктофуран	A1 [129]
116	Инулин	A1 [126–128, 130, 131]
117	Моно-, дисахара	A1 [1, 4]
118	Рамноза, арабиноза, галактоза	A1 [1, 4]
119	Рамногалактуронан	A1, A3 [145]
120	Ксилан	A1, A3 [145]
121	Арабинан	A1, A3 [1454]
122	Арабиногалактан	A1, A3 [145]
123	Галактан	A1, A3 [145]
124	Целлюлоза	A1, A3 [145]
125	Ксилоглюкан	A1, A3 [145]
126	Галактуроновая кислота	A1 [145]
127	Глюкоза	A1 [145]
128	Манноза	A1 [145]
129	Сукроза	A1 [145]
130	Раффиноза	A1 [145]
131	Фруктоза	A1 [145]
132	Сорбитол	A1 [145]
133	Маннитол	A1 [145]
<i>Производные бензола, фенола и их производные</i>		
134	1,3-бензодиоксол	A4 [124]
135	Эвгенол	A4 [124]
136	Ароматическое вещество фенольного характера C <sub>25</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	A1 [1, 4, 126, 127]
137	Миристицин	A2 [124], A1 [1, 4]
138	<i>m</i> -ксилол (диметилбензол)	A1 [143]
<i>Полиацетиленовые соединения</i>		
139	Арктовая кислота	A1 [1, 4]
140	Арктовая кислота-b	A1 [1, 4, 145]
141	Арктовая кислота-c	A1 [145]
142	Арктинол-a	A1 [1, 4, 145]
143	Арктинол-b	A1 [1, 4, 145]
144	Арктинон-a	A1 [1, 4, 145]
145	Арктинон b	A1 [1, 4, 145]
146	Арктиналь	A1 [1, 4, 145]
147	Метиларктат-a	A1 [1, 4, 145]
148	Метиларктат-b	A1 [145]
149	Арктинона-a-ацетат	A1 [1, 4, 145]
150	Серосодержащие ацетиленовые соединения (дегидродигидрокостус лактон)	A1 [145]
151	Серосодержащие ацетиленовые соединения (дегидрокостус лактон)	A1 [145]
152	Серосодержащие ацетиленовые соединения (лаппафен-a)	A1 [145]
153	Серосодержащие ацетиленовые соединения (лаппафен-b)	A1 [145]
<i>Фитостерины</i>		
154	Стигмастерин	A1 [105]
155	Ситостерин-β-D-глюкопиранозид	A1 [138]
156	β-ситостерол	A1 [105, 145], A4 [145]
157	Даукостерол	A1, A4 [145]
<i>Тритерпеноиды</i>		
158	Тритерпеновые сапонины	A1 [1, 4]
159	Урсоловая кислота	A1 [134]
160	Бетулиновая кислота	A1 [135]
161	Олеаноловая кислота	A1 [135]
162	α-амирин	A1 [145]
163	β-амирин	A1 [145]
164	Лупеол	A1 [134, 135]

Продолжение таблицы

1	2	3
165	Таракастерола ацетат	A1 [105]
166	Таракастерол	A1 [105]
<i>Органические кислоты</i>		
167	Яблочная кислота	A1 [1, 4]
168	Лимонная кислота	A1 [1, 4]
<i>Витамины</i>		
169	Аскорбиновая кислота	A2 [116], A1 [1, 4, 128, 139, 140]
170	Каротиноиды	A2 [116], A1 [1, 4, 128, 139, 140]
171	Никотиновая кислота	A1 [1, 4, 128]
<i>Смолистые вещества A2 [116]</i>		
<i>Эфирное масло A2 [116], A1 [1, 4, 126–128]</i>		
<i>Моно-, сескви-, дитерпеноиды, политерпены и их производные, альдегиды, кетоны</i>		
172	Сесквитерпеновый лактон C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	A1 [1, 4, 126, 127]
173	2,2,7,7-тетраметилтрицикло [6.2.1.0(1,6)]ундец-4-ен-3-он	A4 [124], A1 [1,4]
174	Каучук	A1 [1, 4, 139, 140]
175	1,8-цинеол	A1 [143]
176	2-фенилэтанол (фенилэтиловый спирт)	A1 [143]
177	γ-терпинен	A1 [143]
178	Линалоол	A1 [143]
179	β-туйон	A1 [143]
180	α-туйон	A1 [143]
181	β-фенхол (фенхоловый спирт)	A1 [143]
182	Камфора	A1 [143]
183	Борнеол	A1 [143]
184	Нонанол	A1 [143]
185	4-терпинеол	A1 [143]
186	Метилсалицилат	A1 [143]
187	β-циклоцитраль	A1 [143]
188	Куминальдегид	A1 [143]
189	Пиперитон	A1 [143]
190	Дигидроэдулан I	A1 [143]
191	Карвакрол	A1 [143]
192	Теаспиран В	A1 [143]
193	Теаспиран В	A1 [143]
194	Дигидроэдулан II	A1 [143]
195	Гексил тиглат	A1 [143]
196	β-дамасценон	A1 [143]
197	β-маалиен	A1 [143]
198	β-панасинсен	A1 [143]
199	β-элемен	A1 [143]
200	Циперен	A1 [143]
201	Изокариофиллен	A1 [143]
203	ε-кариофиллен	A1 [143]
204	α-бергамотен	A1 [143]
205	α-гумулен	A1 [143]
206	γ-гурджулен	A1 [143]
207	γ-мууролен	A1 [143]
208	γ-селинен	A1 [143]
209	β-ионон	A1 [143]
210	β-селинен	A1 [143]
211	Валенсен	A1 [143]
212	α-селинен	A1 [143]
213	Z-α-бисаболен	A1 [143]
214	γ-кадинен	A1 [143]
215	δ-кадинен	A1 [143]
216	9,10-дегидро-изолонгифолен	A1 [143]
217	Кариофиллена оксид	A1 [143]
218	Дифенилкетон (бензофенон)	A1 [143]
219	Изопатуленол	A1 [143]
220	7-метил3,4-октадиен	A1 [143]

Продолжение таблицы

1	2	3
221	1,3-циклооктадиен	A1 [143]
222	Эудесма-4,11,диен-2-ол	A1 [143]
223	15-копаенол	A1 [143]
224	Аромаденрен	A1 [143]
225	β-эудесмол	A1 [143]
226	α-бисаболол	A1 [143]
227	Санталол	A1 [143]
228	2,6,14-триметил пентадеканон	A1 [143]
229	Метил линолеат	A1 [143]
230	Диизобутил фталат	A1 [143]
231	Фитол	A1 [143]
232	Бутил изобутил фталат	A1 [143]
233	<i>n</i> -бутилфталат	A1 [143]
234	4,4-диметил-3-(3-метилбут-3-энилиден)2-метиленбицикло[4.1.0]гептан	A1 [143]
235	(3 <i>E</i> ,5 <i>E</i> ,8 <i>E</i> )-3,7,11-триметил-1,3,5,8,10-додекапентаен	A1 [143]
236	2-метокси-3,5,5-триметил-2-циклогексен-1,4-дион	A1 [143]
237	7-трицикло[5.3.2.0 <sup>(1,6)</sup> ]додекан-7-ол	A1 [143]
238	3,4-диметил-циклогексен-1-карбоксальдегид	A1 [143]
239	Z-11(13,14-эпокси)тетрадецена ацетат	A1 [143]
<i>Лигнаны, дилигнаны, сесквилигнаны</i>		
240	Арктиин	A2 [113], A1 [1, 4, 132, 144], A4 [145]
241	Арктигенин	A1 [1, 4, 132, 133], A4 [145]
242	Неоарктин В	A1 [1, 4, 132]
243	Арктиисескинеолигнан В	A1 [145]
244	Лаппаол А	A1 [1, 4, 132], A4 [145]
245	Лаппаол В	A1 [1, 4, 132]
246	Диарктигенин	A1 [1, 4, 132, 145]
247	Матарезинол	A1 [1, 4, 132]
248	Арктигенин-4-О-β-генциобиозид	A1 [145]
249	Арктигенин-4-О-α-D-галактопиранозил-(1→6)-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
250	Арктигенин-4-О-β-D-апиофуранозил-(1→6)-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
251	3-бензил-6-(1-гидроксиэтил)-2,5-пиперазинедион	A1 [145]
252	3-бензил-2,5-пиперазинедион	A1 [145]
253	5'-пропандиолматарезинол	A1 [145]
254	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i> ,8' <i>R</i> )-рафанотрахелогенин-4-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
255	(7 <i>S</i> ,8 <i>S</i> ,8' <i>R</i> )-дигидрокси-3,3',4'-триметоксил-9-оксобензилбутиролактон лигнан-4-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
256	(7 <i>S</i> ,8 <i>S</i> ,8' <i>R</i> )-4,7-дигидрокси-3,3',4'-триметоксил-9-оксодибензилбутиролактон лигнин	A1 [145]
257	(7 <i>R</i> ,8 <i>S</i> ,8' <i>R</i> )-4,7,4'-тригидрокси-3,3'-диметоксил-9-оксодибензилбутиролактон лигнан-4-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
258	7,8-дидегидроарктигенин	A1 [145]
259	Арктиидилактон	A1 [145]
260	Арктииаполигнан А	A1 [145]
261	Арктиисесквинеолигнан А	A1 [145]
262	Арктиисесквинеолигнан В	A1 [145]
263	Арктиифенолглюкозид А	A1 [145]
264	Арктигнан А	A1 [145]
265	Арктигнан В	A1 [145]
266	Арктигнан С	A1 [145]
267	Арктигнан D	A1 [145]
268	Арктигнан Е	A1 [145]
269	Изолаппаол С	A1, A4 [145]
270	Лаппаол С	A1 [145]
271	Лаппаол D	A1 [145]
272	Лаппаол Е	A1 [145]
273	Лаппаол F	A1, A4 [145]
274	Лаппаол H	A1 [145]
275	Неоарктин А	A1 [145]

Продолжение таблицы

1	2	3
276	Неоарктин В	A1 [145]
277	Матарезинозид	A1 [145]
278	Матарезинол-4,4'-ди-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
279	Пинорезинол	A1 [145]
280	Филлигенин	A1 [145]
281	Стираксигнолид Е	A1 [145]
282	Стираксигнолид D	A1 [145]
283	Сирингарезинол	A1 [145]
284	(7S,8R)-4,7,9,9'-тетрагидрокси-3,3'-диметокси-7'-оксо-8-4'-оксине- олигнан-4-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
285	(7'S,8'R, 8S)-4,4',9'-тригидрокси-3,3'-диметокси-7',9'-эпоксилиг- нан-7-оксо-4-О-β-D-глюкопиранозил-4'-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
286	(7S,8R)-4,7,9,9'-тетрагидрокси-3,3'-диметокси-8-О-4'-неолигнан- 9'-О-β-D-апиофуранозил -(1→6)-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
287	(8R)-4,9,9'-тригидрокси-3,3'-диметокси-7-оксо-8-О-4'-неолигнан- 4-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
288	(7R,8S)-дигидродегидродикониферилового спирта -7'-оксо-4-О-β- D-глюкопиранозид	A1 [145]
289	(7'S,8'R, 8S)-4,4',9'-тригидрокси-3,3'-диметокси-7',9'-эпоксилиг- нан-7-оксо-4-О-β-D-глюкопиранозид	A1 [145]
290	Трахелогенин	A1 [145]
291	Мелигензин	A1 [105]
292	<i>транс</i> -3, <i>цис</i> -9, <i>цис</i> -12-октадекатриеновая кислота	A3 [118]
293	Докозановая (бегеновая) кислота	A4 [145]
294	Эйкозановая кислота	A4 [145]
295	<i>цис</i> -13-эйкозановая кислота	A4 [145]
296	9,10-эпокси- <i>цис</i> -октадека-12-еновая кислота	A4 [1, 4, 120]
297	Гексадекановая кислота	A1, A4 [145]
298	Миристиновая кислота	A4 [1, 4, 120], A1 [1, 4, 126, 127]
299	Пальмитиновая (9-гексадекановая) кислота	A4 [1, 4, 120, 145], A1 [1, 4, 126, 127]
300	Стеариновая (октадекановая) кислота	A4 [1, 4, 120], A1 [1, 4, 126, 127]
301	Олеиновая ( <i>цис</i> -9-октадеценная) кислота	A4 [1, 4, 120, 145], A1 [1, 4, 126, 127]
302	Линолевая кислота	A4 [1, 4, 120, 145], A1 [1, 4, 126, 127]
303	Линоленовая кислота, γ-линоленовая кислота	A1 [1, 4, 126, 127], A3 [118]
304	α-линоленовая кислота	A1 [136]
305	Метил α-линолеат	A1 [136, 138]
306	Метил олеат	A1 [136]
307	Метил пальмитат	A1 [138]
308	Метил линоленат	A1 [138]
309	Метил стеарат	A1 [145]
310	9,12-октадекадиеновая кислота	A4 [145]
311	Оксиаранеооктановая кислота	A4 [145]
312	Лигноцериновая (тетракозановая) кислота	A4 [145]
313	Триацисцицерол коронаровой кислоты	A4 [1, 4, 120]
314	Триацисцицерол верноловой кислоты	A4 [1, 4, 120]
315	Триацисцицерол <i>цис</i> -9,10-эпоксиоктадекановой кислоты	A4 [1, 4, 120]
316	Триацисцицерол <i>транс</i> -9,10-эпоксиоктадекановой кислоты	A4 [1, 4, 120]
317	Ацилглицеролы	A4 [1, 4, 120]
318	3(t),9(c),12(c) -октадекатриеновая кислота	A4 [116]
319	Этиловый эфир пальмитиновой кислоты	A4 [124]
320	Линолевой кислоты этиловый эфир	A4 [124]
321	Себаценовой кислоты дибутиловый эфир	A4 [124]
322	Масляная кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
323	Гептановая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
324	Капроновая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
325	Каприловая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
326	Удециловая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
327	Нонановая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
328	Лауриновая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
329	Тридециловая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]

Окончание таблицы

1	2	3
330	Пентадециловая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
331	Маргаритовая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
332	Бегеновая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
333	Арахидоновая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
334	Лигноцериновая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
335	Пальмитолеиновая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
336	Лесквероловая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
337	Нервоновая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
338	Эруковая кислота	A1 [1, 4, 126, 127]
339	(11E)-тридекадиен-1,11-тетраин-3,5,7,9	A1 [1, 4, 128]
340	Тридекадиен-1,11-тетраин-3,5,7,9	A1 [1, 4, 128]
341	Тридекатриен-1,3,11-триин-5,7,9 (3E,11E)-тридекатриен-1,3,11-триин-5,7,9	A1 [1, 4, 128]
342	(3E)-1,2-эпокситридецен-3-тетраин-5,7,9,11	A1 [1, 4, 128]
343	Диацетат (4E,6E)-тетрадекадиен-4,6-триин-8,10,12-диола-1,3	A1 [1, 4, 128]
344	Диацетат (4E,6Z,12E)-тетрадекатриен-4,6,12-диин-8,10-диола-1,3	A1 [1, 4, 128]
345	Диацетат (4E,6E,12E)-тридекатриен-4,6,12-диин-8,10-диола-1,3	A1 [1, 4, 128]
346	Диацетат (4E,6Z)-тетрадекадиен-4,6-диин-8,12-диола-1, 3,	A1 [1, 4, 128]
347	(8Z,15Z)-гептадекатриен-1,8, 15-диин-11,13	A1 [1, 4, 128]
348	15-диин-11,13 ацетиленовая кислота	A1 [1, 4, 128]
349	Глицерид олеиновой кислоты	A1 [128]
350	Глицерид линолевой кислоты	A1 [128]
351	Глицерид миристиновой кислоты	A1 [128]
352	Глицерид стеариновой кислоты	A1 [128]
353	Глицерид пальмитиновой кислоты	A1 [128]
354	Триацилглицерол коронаровой кислоты	A1 [128]
355	Триацилглицерол верноловой кислоты	A1 [128]
356	Триацилглицерол <i>цис</i> -9,10-эпксиоктадекановой кислоты	A1 [128]
357	Триацилглицерол <i>транс</i> -9,10-эпксиоктадекановой кислоты	A1 [128]
358	Триацилглицеролы	A1 [128]
<i>Макро-, микроэлементы</i>		
Na, K, Mn, Fe, Mg, Ca, Al, Si, P, Ti, Fe, Zn, Cu		A1 [1, 4, 139, 140, 145]
Na, K, Ca, Mg, Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn, As, B, Br, Li, Ni, Si, V, Sn, Ag, Sr, Ti, Al, Pb, Cd, Hg, Tl, Pb, Bi, Be, Te, Pt, Au, Ba		A4 [125]
<i>Алкалоиды</i> A2 [116], A1 [1, 4]		
359	Лаппин	A1 [1, 4]
<i>Белки</i> A1 [1, 4]		
<i>Ферменты</i>		
360	Полифенолоксидаза	A1 [1, 4, 128]
<i>Пигменты</i>		
361	Хлорофилл	A1 [1, 4, 139, 140]
362	Кроцин	A1 [145]
<i>Прочие соединения</i>		
363	<i>n</i> -нонакозан	A1 [105]
364	Октан	A1 [143]
365	2-пентилфуран	A1 [143]
366	Октаналь	A1 [143]
367	Деканаль (дециловый спирт)	A1 [143]
368	2,6,10-триметилдодекан	A1 [143]

Обозначения: *Arctium lappa* (лопух большой) – A1, *Arctium leiospermum* (лопух гладкосемянный) – A2, *Arctium minus* (лопух малый) – A3, *Arctium tomentosum* (лопух войлочный) – A4.

Отечественными исследователями установлен состав и уровни содержания макро-, микроэлементов, в том числе тяжелых металлов в листьях, корнях и экстракционных препаратах из лопуха войлочного. Всего с использованием метода масс-спектропии с индуктивно связанной плазмой было определено 64 химических элемента. Различий в качественном составе химических элементов листьев, корней и экстрактов авторами не обнаружено, отличия были установлены в количественном содержании отдельных элементов, которое варьирует в незначительных пределах. Высушенные экстракционные комплексы листьев и корней данного вида по составу и содержанию химических элементов соответствуют нативному сырью и даже превосходят их. Сравнение уровней содержания тяжелых металлов в исследованных объектах с нормами их

содержания, указанными в нормативных документах, показало, что они не превышают допустимых пределов [125].

*Лопух большой.* Традиционно в большинстве работ отмечается, что основными веществами корней являются полисахариды, которых может содержаться до 30%, при этом авторы указывают на ведущую роль инулина в составе полисахаридного комплекса (до 20%) [126–128]. Корни являются источником низкомолекулярных (28.6%) и высокомолекулярных (30.6%) фруктозосодержащих углеводов [126]. Методами  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектроскопии из корней выделен и идентифицирован низкомолекулярный фруктофуран, обладающий в эксперименте иммуномодулирующей и противокашлевой активностью [129]. Изучение динамики накопления водорастворимых полисахаридов в корнях показало, что максимальное их накопление происходит в октябре, оно в 2.6 раза превышает содержание водорастворимых гликанов весной. По мере увеличения массы корней увеличивается содержание полисахаридов, к началу сентября их количество достигает 80.0%, инулина до 45.0% [130, 131].

Кроме полисахаридов в корнях обнаружено эфирное масло (0.065–0.17%), жирное масло (0.4–0.8%). В составе эфирного масла идентифицированы два компонента – сесквитерпеновый лактон и ароматическое соединение фенольного характера с брутто-формулами  $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_2$  и  $\text{C}_{25}\text{H}_{36}\text{O}_2$  соответственно. В составе жирного масла идентифицированы насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты. Доминирующую часть липидного комплекса составляют полиненасыщенные жирные кислоты (59.7%), среди которых преобладают линолевая кислота – 46.56%, линоленовая кислота – 13.01% и пальмитиновая кислота – 24.43%. Среди насыщенных кислот идентифицированы масляная, гептановая, капроновая, каприловая, ундециловая, нонановая, лауриновая, миристиновая, тридециловая, пентадециловая, маргариновая, пальмитиновая, стеариновая, бегеновая, арахидиновая, лигноцеридовая. В составе мононенасыщенных кислот найдены пальмитолеиновая, лещвероловая, олеиновая, нервоновая, эруковая [1, 4, 126, 127].

Корни содержат фенольные соединения: дубильные вещества из группы пирокатехина (4.1–7.3%); флавоноиды (1.3–2.3%); 0.94–1.24% фенолкарбоновых кислот (кофейная, хлорогеновая, изохлорогеновая), кумарины [1, 4]. Также установлено наличие аскорбиновой кислоты, витамина PP, каротиноидов до 8 мг/%, макро-, микроэлементов, алкалоидов, сапонинов, протеины (12.34%) [1, 4]. В корнях содержатся полиацетиленовые соединения: (11*E*)-тридекадиен-1,11-тетраин-3,5,7,9; тридекадиен-1,11-тетраин-3,5,7,9; тридекатриен-1,3,11-триин-5,7,9(3*E*,11*E*)-тридекатриен-1,3,11-триин-5,7,9; (3*E*)-1,2-эпокситридецен-3-тетраин-5,7,9,11; диацетат (4*E*,6*Z*)-тетрадекадиен-4,6-диин-8,12-диола-1,3, диацетат (4*E*,6*Z*,12*E*)-тетрадекатриен-4,6,12-диин-8,10-диола-1,3; диацетат (4*E*,6*E*,12*E*)-тридекатриен-4,6,12-диин-8,10-диола-1,3; диацетат (4*E*,6*E*)-тетрадекадиен-4,6-триин-8,10,12-диола-1,3; (8*Z*,15*Z*)-гептадекатриен-1,8,15-диин-11,13, ацетиленовая кислота; серосодержащие соединения: арктовая кислота, арктовая кислота-b, арктинол-a, арктинол-b, арктинон-a, арктинон b, арктиналь, метиларктат-a, ацетат арктинона-a, арктиин [1, 4, 132].

Интересным является сообщение Ren G.-Q. с соавт. об отсутствии в водном экстракте корня арктигенина на фоне доминирующего содержания хлорогеновой кислоты [133].

Из корней выделен фермент полифенолоксидаза, аминокислоты (аспарагиновая кислота, серин, треонин, пролин, аланин, глицин, полу-цистин, метионин, валин, лейцин, изолейцин, тирозин, орнитин, фенилаланин, лизин, триптофан, гистидин, аргинин (доминирующими являются аргинин (24.09%), пролин (20.21%) и серин (14.92%)) [1, 4, 128].

Этилацетатные фракции лопуха большого из Ирака в качестве доминирующих веществ содержат нобилетин, урсоловую кислоту и лупеол [134].

Венгерскими учеными изучено накопление вторичных метаболитов в разные фенологические фазы развития растения методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии. Исследование показало, что корни (вегетативная стадия) накапливают значительно более высокие концентрации тритерпеноидов (бетулиновая кислота, олеаноловая кислота, лупеол) по сравнению с репродуктивной стадией [135].

В гексановой фракции корня лопуха были обнаружены высокие концентрации трех веществ, снижающих экспрессию синтазы жирных кислот (FASN) и ингибирующих активность ацетил-кофермент А карбоксилазы (ACC), стимулирующих АМР-активированную протеинкиназу (АМПК) через путь LKB1 –  $\alpha$ -линоленовая кислота, метил  $\alpha$ -линоленат и метилолеат [136]. Японские ученые выделили из корней пять антиоксидантных производных кофеилхиновой кислоты, структуры которых были установлены на основе химических и спектральных (ЯМР, МС) данных как 1-О-5-О-дикаффеоилхинная кислота, 1-О-5-О-дикаффеоил-



3-О-сукцинилхинная кислота; 1-О-5-О-дикаффеоил-4-О-сукцинилхинная кислота; 1-О-5-О-дикаффеоил-3-О-4-О-дисукцинилхинная кислота, 1-О-3-О-5-О-трикаффеоил-4-О-сукцинилхинная кислота [137].

Из этилацетатного экстракта были выделены и идентифицированы с помощью EI-MS, FAB-MS, ИК,  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектроскопии и GC-MS ситостерин- $\beta$ -D-глюкопиранозид, метилпальмитат, метиллинолеат и метиллиноленат [138].

Листья лопуха большого содержат 19 макро- и микроэлементов (доминирующими являются Na, Ca, Mg, Al, Si, P, Mn, Ti, Fe, Zn, Cu), 10 свободных аминокислот, из них 4 незаменимых, их содержание колеблется от 1.13 до 2.57% (преобладают гистидин и лизин), фенологликозид арбутин, 5.7–18% флавоноиды (гиперозид, рутин, кверцетин, гесперидин, апигенин), антоцианы, фенолкарбоновые кислоты (кофейная, хлорогеновая, изохлорогеновая, галловая), 3.4–8% дубильных веществ, до 22% моно- и дисахаридов, каучук, до 18 мг% каротина, хлорофилл 1.12%, аскорбиновую кислоту до 350 мг% [1, 4, 139, 140, 141].

В надземной части растения (листья, стебли) найдено большое количество пектиновых веществ (1.9%), в листьях, плодах, корнях – флавоноиды, (лютеолин, кверцетин рамнозид, кверцитрин, кверцетин), кофейная кислота, хлорогеновая кислота, галловая кислота, кофеилхинная кислота, циннаматы, в соцветиях – флавоноиды, антоцианы, эфирное масло [1, 4, 139]. Из соцветий выделены 4 полисахаридные фракции с высоким содержанием гликуроновых кислот и нейтральные моносахариды (рамноза, арабиноза, галактоза) [1, 4]. В составе жирного масла листьев обнаружены пальмитиновая и линолевая кислоты и их этиловые эфиры. Из метанольного экстракта листьев выделены лигнаны арктигенин и арктиин [1, 4].

В листьях, по данным жидкостной хромато-масс-спектрометрии, содержится несколько моно- и дикаффеоилхиновых кислот. При этом было изучено гастрозащитное действие выделенных кислот, среди которых выраженным действием, терапевтическая концентрация которого оказалась меньше, чем у омепразола, обладает 1,3-О-дикаффеоилхинная кислота [140].

Присутствие хлорогеновой кислоты и 1,5-дикаффеоилхиновой кислоты в качестве основных соединений в семенах, листьях и корнях культивируемого лопуха большого методами ультраэффективной жидкостной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектором на фотодиодной матрице (PDA) показано учеными из Ирана [141].

В эфирном масле листьев идентифицированы дибутиловый эфир себациновой кислоты, эвгенол, ванилин, 2,2,7,7-тетраметилтрицикл [6.21.0(1,6)]ундец-4-ен-3-он и миристицин [1,4]. Учеными из Ирана был исследован компонентный состав эфирных масел корней и листьев лопуха большого, полученных методом гидроdistилляции. Всего в составе эфирного масла корней и листьев идентифицировано 31 и 57 компонентов соответственно. При этом в эфирном масле корней доминировала фракция сесквитерпенов (41.4%), на фоне полного отсутствия монотерпенов, в отличие от фракционного состава листьев, в которых доля фракции монотерпенов составила 36%, а сесквитерпенов – 43.4%. В эфирном масле корней преобладают 1,3-циклооктадиен (33.2%), е-кариофлен (6.8%),  $\beta$ -селинен (5.6%) и 9,10-дегидро-изолонгифолен (5.5%), в то время как основными компонентами эфирного масла листьев являются  $\beta$ -туйон (11.6%), кариофиллена оксид (8.3%), куминальдегид (7.7%), камфора (5.3%), дигидроэдулан II (5.3%),  $\beta$ -ионон (4.7%) и  $\alpha$ -туйон (3.4%) [143].

Одно из первых исследований плодов (семян) лопуха большого проведено в 1904 г. профессором А.П. Лидовым, который получил из семян жирное масло и изучил его состав. Значительно позднее установлено, что в состав жирного масла (22.1%) входят глицериды олеиновой (19.1%), линолевой (58.5%), миристиновой, стеариновой, пальмитиновой кислот; триацилглицеролы коронаровой, вероловой, *cis*-9,10-эпоксиоктадекановой и *trans*-9,10-эпоксиоктадекановой кислот, высшие алифатические углеводороды, тритерпеновые спирты, стероиды, ацилглицеролы [141].

В семенах лопуха большого идентифицировано 14 лигнанов, в корнях – 12 кофеилхиновых кислот. Высокий уровень лигнанов и кофеилхиновой кислоты был обнаружен в семенах лопуха, в то время как в корнях лопуха лигнаны обнаруживаются в следовых количествах [142, 145].

В семенах идентифицированы органические кислоты (яблочная, лимонная), горький алкалоид лаппин, сапонины, кумарины, фенолкарбоновые кислоты (кофейная, хлорогеновая, изохлорогеновая), лигнаны арктиин, арктигенин, неоарктин-В, лаппаол А, лаппаол В, диарктигенин, металрезинол [1, 4]. В 2016 г. ученые из Китая из экстракта плодов выделили и охарактеризовали два новых соединения, названных арктиискинеолигнаном В и арктиифенолгликозидом А. Их структуры были установлены спектроскопическими методами (УФ, ИК, HR-ESI-MS, 1D и 2D ЯМР), сравнением с известными аналогами в литературе [144].

Изучение суммарного содержания и динамики накопления разных групп БАВ в различных органах лопуха большого показало, что основная часть фенольных соединений сосредотачивается в листьях и корнях, а их максимальное содержание отмечается в середине лета, содержание каротиноидов в листьях постепенно возрастает к началу августа до 120 мг%. Сумма флавоноидов в корнях и надземной части в конце лета – начале осени (сентябрь) составляет 0.6–2.3%. Позднее, в период отмирания листьев, содержание флавоноидов уменьшается в 2.1–2.4 раза. Содержание дубильных веществ в листьях и корнях растений 1-го года вегетации не превышает 6.5%, на втором году вегетации их содержание увеличивается в 1.5–2 раза. В отличие от дубильных веществ, аскорбиновая кислота активно накапливается в листьях 1-года от 0.59 до 0.90%, на втором году вегетации ее содержание значительно уменьшается почти в 2–3 раза [129, 146–151].

Таким образом, анализ публикаций по фитохимическому исследованию различных видов и органов растений рода *Arctium* L. показал, что на сегодняшний день обнаружено более 360 природных веществ из разных классов соединений: сахара/полисахариды, азотсодержащие соединения, производные бензола, фенола и их производные, полиацетиленовые соединения, фитостерины, органические кислоты, витамины, жирные кислоты, лигнаны, макро- микроэлементы, ферменты, пигменты. Также следует отметить, что наряду с единичными работами по изучению динамики накопления БАВ в разных органах и разные фенологические фазы лопуха большого, демонстрирующими существенные различия в их составе и содержании, отсутствуют работы по изучению биологической активности разных видов лопуха, прежде всего, официальных видов, заготовленных в разные периоды вегетации.

### Заключение

Приведенные в обзоре сведения демонстрируют, что на сегодняшний день растения рода *Arctium* L. изучены фрагментарно, среди представителей рода большинство видов являются неизученными. Наиболее изученным, как в России, так и за рубежом, является лопух большой, а среди групп БАВ лопуха – лигнаны, полиацетилены, жирное масло, гидроксикоричные кислоты и их производные, полисахариды, аминокислоты. Результаты изучения химического состава лопуха большого в разные вегетационные периоды демонстрируют значительные различия в содержании БАВ, что требует дополнительных исследований фармакологического действия сырья и возможного внесения изменений и дополнений в действующую фармакопейную статью на корни лопуха и инструкцию по их медицинскому применению. Результаты изучения фармакологической активности экстракционных препаратов и некоторых индивидуальных соединений различных видов лопуха показывают перспективность их дальнейшего изучения, и создания на их основе лекарственных средств, парафармацевтических и других видов продукции.

### Список литературы

1. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Asteraceae (Compositae). СПб., 1993. 465 с.
2. Красноборов И.М. Флора Сибири. Т. 13. Asteraceae. Новосибирск, 1997. 472 с.
3. *Arctium*. The Plant List. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theplantlist.org/tp11.1/record/gcc-52146>.
4. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 5. Семейство Asteraceae (Compositae). Часть 1. Роды *Achillea-Doronicum*. М., 2012. 320 с.
5. Рудский В.В. Растительные ресурсы Алтая: уч. пос. для студентов геогр. фак. Барнаул, 1993. 30 с.
6. Римкене С.П. Биологические особенности дикорастущих видов лекарственных растений Литовской ССР, содержащих полифенолы: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Вильнюс, 1986. 22 с.
7. Соболевская К.А. Полезные растения Западной Сибири и перспективы их интродукции. Новосибирск, 1972. 58 с.
8. Соколов С.Я. Справочник по лекарственным растениям. М., 1990. 464 с.
9. Ходжиматов М. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана. Душанбе, 1989. 366 с.
10. Tanino K. Potential in Medicinal and Aromatic Plants. Saskatoon, 2002. 107 p.
11. Решетняк В.В., Цигура И.В. Травник. Харьков, 1992. 284 с.
12. Попов А.П. Траволечебник Алексея Попова. Кемерово, 1993. 158 с.
13. Зимин В.Н. Профессиональный справочник фитотерапевта. СПб., 2003. 264 с.
14. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. М., 1992. 477 с.
15. Лагерь А.А. Лечение растениями. Фитотерапия. Красноярск, 1992. 480 с.
16. Пашинский В.Г. Растения в терапии и профилактике болезней. Томск, 1989. 208 с.
17. Корепанов С.В. Растения в профилактике и лечении рака. Барнаул, 1999. 160 с.
18. Николаев В. Тем, у кого аденома простаты // Фармацевтический вестник. 1997. №21. С. 10–11.

19. Амосова Е.Н. Зуева Е.П., Гольдберг Е.Д. Возможность использования лекарственных растений Сибири и Дальнего Востока для лечения злокачественных новообразований // Фармация. 1994. №6. С. 32–37.
20. Ковалева Н.Г. Лечение растениями. М., 1992. 198 с.
21. Попов О.П. Лекарственные растения в народной медицине. Киев, 1994. 208 с.
22. Kathi J. The Longwood Herbal Task Force and The Center for Holistic Pediatric Education and Research Burdock (*Arctium lappa*). Kemper, MD, MPH: <https://www.mcp.edu/herbal/default.htm>.
23. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания [Электронный ресурс]. URL: [http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14\\_4/HTML/index.html](http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_4/HTML/index.html)
24. Japanese Pharmacopoeia 15. 2006. 1788 p.
25. Pharmacopée Française. 10 edition, 6 supplement: Monographies de souches pour préparations homeopathiques. Paris, 1989. 686 p.
26. Государственный реестр лекарственных средств [Электронный ресурс]. URL: <https://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>
27. Минакова М.Э., Кряжева С.С., Вергазова С.И. Фитопрепараты в комплексном лечении детских дерматозов // 7 Рос. съезд дерматологов и венерологов. сб. науч. трудов. Казань, 1996. С. 68.
28. Milk Thistle Complex Supplement with Burdock Root and Dandelion to Rescue Your Liver and Help Detox, Anti-inflammatory and antioxidant Made in The USA Vegan [Электронный ресурс]. URL: <https://www.amazon.com/This-ttle-Supplement-Dandelion-Anti-inflammatory-antioxidant/dp/B079PTNCTB>
29. Gotter A. What is Burdock Root. 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.healthline.com/health/burdock-root>
30. Ярован Н.И., Власов В.В. Использование лопуха войлочного для поддержания минерального и антиоксидантного статусов у коров в условиях промышленного комплекса // Вестник аграрной науки. 2018. №6(75). С. 35–40. DOI: 10.15217/48484.
31. Patent 5840361 (US). Fructan-containing baby food compositions and methods therefor / R.C. Theuer, M.B. Cool. 1998.
32. Иванов Е.С., Прибывалова Е.П. Медоносная ценность лопуха паутинистого // Пчеловодство. 2008. №2. С. 26–27.
33. Максютин Н.П., Четверня С.А., Максютин В.Г. Технологические и фитохимические исследования корней лопуха большого при получении пищевого сиропа. К.: Здоров'я, 1985. 280 с.
34. Mamedov N., Gardner Z., Craker L.E. Medicinal plants used in Russia and Central Asia for the treatment of selected skin conditions // Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. 2004. Vol. 11. Pp. 191–222. DOI: 10.1300/J044v11n01\_07.
35. Zimmermann S., Thomi S., Kaiser M., Hamburger M., Adams M. Screening and HPLC-based activity profiling for new antiprotozoal leads from European plants // Scientia Pharmaceutica. 2012. Vol. 80. Pp. 205–213. DOI: 10.3797/scipharm.1111-13.
36. Поветьева Т.Н., Пашинский В.Г., Канакина Т.А. Гастрозащитное действие настойки семян *Arctium tomentosum* Mill. // Растит. ресурсы. 1998. Т. 34. №2. С. 57–65.
37. Os'kina O.A., Pashinskii V.G., Kanakina T.A., Povet'yeva T.N., Gribel' N.V. Some mechanisms of the antiulcerous effect of drugs of plant origin // Eksperimental'naya i Klinicheskaya Farmakologiya. 1999. Vol. 62. P. 39.
38. Вымятина З.К. Влияние экстракта из семян *Arctium tomentosum* mill. на функциональное состояние желудка у собак и тонкого кишечника у крыс // Растит. ресурсы. 2000. Т. 36. №3. С. 59–64.
39. Csutor-Loffler B., Hajdu Z., Rethy B., Zupko I., Mathe I., Redei T., Falkay G., Hohman I. Antiproliferative activity of Hungarian asteraceae species against human cancer cells lines. Part II // J. Phytotherapy Research. 2009. Vol. 23. Pp. 1109–1115. DOI: 10.1002/ptr.2240.
40. Жданов В.Н. Влияние извлечений из лопуха войлочного на токсические эффекты этанола и гипоксию: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Томск, 1999. 20 с.
41. Поветьева Т.Н., Пашинский В.Г., Дудко В.В. Противовоспалительные свойства сухих экстрактов из корней и листьев *Arctium tomentosum* Mill // Растит. ресурсы. 2001. №2. С. 80–85.
42. Cavallito C.J., Bailey J.H., Kirchner F.K. The Antibacterial Principle of *Arctium Minus*. I. Isolation, Physical Properties and Antibacterial Action // Journal of the American Chemical Society. 1945. Vol. 67. Pp. 948–950. DOI: 10.1021/ja01222a022.
43. Cavallito C.J., Kirchner F.K. The Antibacterial Principle of *Arctium Minus*. II. The Unsaturated Lactone Structure // Journal of the American Chemical Society. 1947. Vol. 69. Pp. 3030–3032. DOI: 10.1021/ja01204a028.
44. Abraham E.P., Joseph A.E., Crowfoot D.M., Osborn E.M. An antibacterial substance from *Arctium minus* and *Onopordon tauricum* // Nature. 1946. Vol. 158. Pp. 744–745. DOI: 10.1038/158744a0.
45. Vivot M.R., Cruañes M.J., Muñoz J.D.D., Ferraro G., Gutkind G., Martino V. In vitro antimicrobial activity of six native species from Entre Rios Flora (Argentina) // Latin American Journal of Pharmacy. 2007. Vol. 26. Pp. 563–566.
46. Pereira J.V., Bergamo D.C.B., Pereira J.O., de Castro França S., Pietro R.C.L.R., Silva-Sousa Y.T.C. Antimicrobial activity of *Arctium lappa* constituents against microorganisms commonly found in endodontic infections // Braz. Dent. J., 2005, vol. 16(3). Pp. 192–196. DOI: 10.1590/s0103-64402005000300004.
47. Boyko O.O., Brygadyrenko V.V. Nematocidal activity of aqueous solutions of plants of the families Cupressaceae, Rosaceae, Asteraceae, Fabaceae, Cannabaceae and Apiaceae. *Biosystems Diversity*. 2019. Vol. 27. Pp. 227–232. DOI: 10.15421/011931.
48. Başaran A.A., Ceritoğlu I., Ündeğer Ü., Başaran N. Immunomodulatory activities of some turkish medicinal plants // *Phytotherapy Research*. 1997. Vol. 11. Pp. 609–611. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1573(199712)11:8<609::AID-PTR165>3.0.CO;2-0.

49. Erdemoglu N., Turan N.N., Akkol E.K., Sener B., Abacioglu N. Estimation of anti-inflammatory, antinociceptive and antioxidant activities on *Arctium minus* (Hill) Bernh. Ssp. *Minus* // *Journal of Ethnopharmacology*. 2009. Vol. 121. Pp. 318–323. DOI: 10.1016/j.jep.2008.11.009.
50. Fischer S.P.M., Brusco I., Camponogara C., Piana M., Faccin H., Gobo L.A., de Carvalho L.M., Oliveira S.M. *Arctium minus* crude extract presents antinociceptive effect in a mice acute gout attack model // *Inflammopharmacology*. 2018. Vol. 26. Pp. 505–519. DOI: 10.1007/s10787-017-0384-6.
51. Ferreira F.M., Peixoto F.P., Nunes E., Sena C., Seica R., Maria Santos S. Inhibitory effect of *Arctium minus* on mitochondrial bioenergetics in diabetic goto-kakizaki rats // *Scientific Research and Essays*. 2010. Vol. 5. Pp. 2136–2142. DOI: 10.5897/SRE.9000598.
52. Karadeniz A., Alexie G., Greten H.J., Andersch K., Efferth T. Cytotoxicity of medicinal plants of the West-Canadian Gwich'in Native Americans towards sensitive and multidrug-resistant cancer cells // *Journal of Ethnopharmacology*. 2015. Vol. 168. Pp. 191–200. DOI: 10.1016/j.jep.2015.03.052.
53. Керашева С.И., Шершнева О.К., Турецкова В.Ф., Керашева С.И. Антибактериальные свойства стабилизированного сока лопуха большого // *Лекарственные растения Алтайского края: сб. науч. тр. Томск, 1986. С. 131.*
54. Tang Y., Lou Z., Yang L., Wang H. Screening of antimicrobial compounds against *Salmonella typhimurium* from burdock (*Arctium lappa*) leaf based on metabolomics // *European Food Research and Technology*. 2015. Vol. 240. Pp. 1203–1209. DOI: 10.1007/s00217-015-2423-0.
55. Pirvu L., Nicorescu I., Hlevca C., Albu B., Nicorescu V. Burdock (*Arctium lappa*) Leaf Extracts Increase the *In Vitro* Antimicrobial Efficacy of Common Antibiotics on Gram-positive and Gram-negative Bacteria. // *De Gruyter Open*. 2017. DOI: 10.1515/chem-2017-0012.
56. Gentil M., Pereira J.V., Sousa Y.T. In vitro evaluation of the antibacterial activity of *Arctium lappa* as a phytotherapeutic agent used in intracanal dressings // *Phytother Res*. 2006. Vol. 20. N3. Pp. 184–186. DOI: 10.1016/j.foodcont.2006.04.002.
57. Holetz F.B., Pessini G.L., Sanches N.R. Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases // *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2002. Vol. 97. N7. Pp. 1027–1031. DOI: 10.1590/s0074-02762002000700017.
58. Patent 2689011 (FR). Treatment of herpes infection with composition containing quaternary ammonium compound and an anti-viral agent / E. Skrzypczak. – 1993.
59. Collins R.A., Ng T., Fong W., Wan C., Yeung H.W. A comparison of human immunodeficiency virus type 1 inhibition // *Life Sciences*. 1997. Vol. 60. Pp. 345–351. DOI: 10.1016/S0024-3205(97)00227-0.
60. Patent 2715848 (FR). Topical emulsion for acne, eczema and allergies / E. Skrzypczak, P. Marek, C. Marek. – 1995.
61. Chen Fu-A., Wu An-B., Chen C-Y. The influence of different treatments on the free radical scavenging activity of burdock and variations of its active components // *Food Chemistry*. 2004. Vol. 86. N4. Pp. 479–484. DOI: 10.1016/j.foodchem.2003.09.020.
62. Lin C.C., Lu J.M., Yang J.J., Chuang S.C., Ujji T. Anti-inflammatory and radical scavenge effects of *Arctium lappa* // *Am. J. Chin. Med.* 1996. Vol. 24. N2. Pp. 127–137. DOI: 10.1142/S0192415X96000177.
63. Lin S.C., Chung T.C., Lin C.C., Ueng T.H., Lin Y.H., Lin S.Y., Wang L.Y. Hepatoprotective effects of *Arctium lappa* on carbon tetrachloride- and acetaminophen-induced liver damage // *Am. J. Chin. Med.* 2000. Vol. 28. N2. Pp. 163–173. DOI: 10.1142/S0192415X00000210.
64. Ahangarpour A., Heidari H., Oroojan A.A., Mirzavandi F., Nasr E.K., Dehghan M.Z. Antidiabetic, hypolipidemic and hepatoprotective effects of *Arctium lappa* root's hydro-alcoholic extract on nicotinamide-streptozotocin induced type 2 model of diabetes in male mice // *J. Phytomed.* 2017. Vol. 7(2). Pp. 169–179.
65. Lin S.C., Lin C.H., Lin C.C., Lin Y.H., Chen C.F., Chen I.C., Wang L.Y.J. Hepatoprotective effects of *Arctium lappa* Linne on liver injuries induced by chronic ethanol consumption and potentiated by carbon tetrachloride // *Biomed. Sci.* 2002. Vol. 9(5). Pp. 401–409. DOI: 10.1007/BF02256533.
66. Yang Y.N., Huang X.Y., Feng Z.M., Jiang J.S., Zhang P.C., AgYang M., Zuo Z. Hepatoprotective activity of twelve novel 7'-hydroxy lignan glucosides from *Arctium Fructus* // *Acta Pharmacologica Sinica*. 2018. Vol. 39(5). Pp. 787–801. DOI: 10.1021/jf501859x.
67. Kee Ji-Y., Hong S.-H. Inhibition of Mast Cell-Mediated Allergic Responses by *Arctium Fructus* Extracts and Its Main Compound Arctigenin // *J. Agric. Food Chem.* 2017. Vol. 65. Pp. 9443–9452. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b02965.
68. Hyam S.R., Lee I.A., Gu W., Kim K.A., Jeong J.J., Jang S.E., Kim D.H. Arctigenin ameliorates inflammation in vitro and in vivo by inhibiting the PI3K/AKT pathway and polarizing M1 macrophages to M2-like macrophages // *European journal of pharmacology*. 2013. Vol. 708(1-3). Pp. 21–29. DOI: 10.1016/j.ejphar.2013.01.014.
69. Gun G. Therapeutic value of *Arctium lappa* Linn. A review // *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2019. Vol. 12. N7. Pp. 53–59. DOI: 10.22159/ajpcr.2019.v12i7.33870.
70. Maghsoumi-Norouzabad L., Alipoor B., Abed R., Sadat B.E., Mesgari-Abbasi M., Jafarabadi M.A. Effects of *Arctium lappa* L. (Burdock) root tea on inflammatory status and oxidative stress in patients with knee osteoarthritis // *Int J Rheum Dis*. 2016. Vol. 19(3). Pp. 255–261. DOI: 10.1111/1756-185X.12477.
71. Matsumoto T., Hosono-Nishiyama K., Yamada H. Antiproliferative and Apoptotic Effects of Butyrolactone Lignans from *Arctium lappa* on Leukemic // *Planta Med.* 2006. Vol. 72. Pp. 276–278. DOI: 10.1055/s-2005-916174.
72. Awale S., Lu J., Kalauni S.K., Kurashima Y., Tezuka Y., Kadota S., Esumi H. Identification of arctigenin as an anti-tumor agent having the ability to eliminate the tolerance of cancer cells to nutrient starvation // *Cancer Res*. 2006. Vol. 66. Pp. 1751–1757. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-05-3143.

73. Sak K., Jürisoo K. Estonian folk traditional experiences on natural anticancer remedies: From past to the future // *Ain Raal*. 2014. Pp. 855–866. DOI: 10.3109/13880209.2013.871641.
74. Ito Y., Maeda S., Sugiyama T. Suppression of 7,12-dimethylbenz[a]anthracene-induced chromosome aberrations in rat bone marrow cells by vegetable juices // *Mutation Research*. 1986. Vol. 172. Pp. 55–60.
75. Koshimizu K., Ohigashi H., Tokuda H. Screening of edible plants against possible anti-tumor promoting activity // *Cancer Letters*. 1988. Vol. 39. Pp. 247–257. DOI: 10.1016/0304-3835(88)90067-5.
76. Morita K., Kada T., Namiki M. A desmutagenic factor isolated from burdock (*Arctium lappa* Linne) // *Mutat Res*. 1984. Vol. 129. Pp. 25–31. DOI: 10.1016/0027-5107(84)90119-2.
77. Kim S., Kim J. Induction of anticarcinogenic enzyme by some Korean vegetable extracts // *FASEB Journal*. 1997. Vol. 3. P. 369. DOI: 10.1097/00008469-199403030-00007.
78. Sato A. Studies on anti-tumor activity of crude drugs. I. The effects of aqueous extracts of some crude drugs in short-term screening test // *Yakugaku Zasshi*. 1989. Vol. 109. Pp. 407–423. DOI: 10.1248/yakushi1947.109.6\_407.
79. Nakamura Y., Sugauma E., Kuyama N. Comparative bio-antimutagenicity of common vegetables and traditional vegetables in Kyoto // *Biosci. Biotechnol. Biochem*. 1998. Vol. 62. Pp. 1161–1165. DOI: 10.1271/bbb.62.1161.
80. Ерсаканова Б.К., Нурмухамбетов Ж.Н., Шабдарбаева Д.М., Даулетжарова А.К., Жетписбаев Б.А. Вторичная иммунная недостаточность и ее коррекция соком *Arctium lappa* и *Plantago* // *Int. J. Immunorehabil*. 1999. Vol. 12. P. 125.
81. Watanabe A., Sasaki H., Miyakawa H. Effect of Dose and Timing of Burdock (*Arctium lappa*) Root Intake on Intestinal Microbiota of Mice // *Microorganisms*. 2020. Vol. 8(2). P. 220. DOI: 10.3390/microorganisms8020220.
82. Annunziata G., Barrea L., Ciampaglia R. *Arctium lappa* contributes to the management of type 2 diabetes mellitus by regulating glucose homeostasis and improving oxidative stress: A critical review of in vitro and in vivo animal-based studies // *Phytotherapy Research*. 2019. Vol. 33(9). Pp. 2213–2220. DOI: 10.1002/ptr.6416.
83. Chan Y.-S., Cheng L.-N., Wu J.-H., Chan E., Kwan Y.-W., Lee S.M.-Y., Leung G.P.-H., Yu P.H.-F., Chan S.-W. A Review of the Pharmacological Effects of *Arctium Lappa* (Burdock) // *Inflammopharmacology Actions*. 2011. Vol. 19(5). Pp. 245–254. DOI: 10.1007/s10787-010-0062-4.
84. Nascimento B.A.C., Gardinassi L.G., Silveira I.M.G., Gallucci M.G., Tom M.A., Oliveira J.F.D., Moreira M.R.A., Meirelles A.F.G., Faccioli L.H., Silva C.T., Zoccal K.F. *Arctium lappa* Extract Suppresses Inflammation and Inhibits Melanoma Progression // *Medicines*. 2019. Vol. 29. P. 81. DOI: 10.3390/medicines6030081.
85. Habibipour R., Rajabi M. Antibacterial effects of *Arctium lappa* and *Artemisia absinthium* extracts in laboratory conditions. // *J. HerbMed. Pharmacol*. 2015. vol. 4(4). Pp. 133-137.
86. Wang Y., Lina L., Xu L. Arctigenin enhances the sensitivity of cisplatin resistant colorectal cancer cell by activating autophagy // *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2019. Vol. 520(1). Pp. 20–26. DOI: 10.1016/j.bbrc.2019.09.086.
87. Kardosova A., Machova E. Antioxidant activity of medicinal plant polysaccharides // *Fitoterapia*. 2006. Vol. 77. Pp. 367–373. DOI: 10.1016/j.fitote.2006.05.001.
88. Cho M.K., Jang Y.P., Kim Y.C., Kim S.G. Arctigenin, a phenylpropanoid dibenzylbutyrolactone lignan, inhibits MAP kinases and AP-1 activation via potent MKK inhibition: the role in TNF-alpha inhibition // *Int. Immunopharmacol*. 2004. Vol. 4. Pp. 1419–1429. DOI: 10.1007/s12272-010-0619-1.
89. He Y., Fan Q., Cai T. Molecular mechanisms of the action of Arctigenin in cancer // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2018. Vol. 108. Pp. 403–407. DOI: 10.1016/j.biopha.2018.08.158.
90. Moritani S., Nomura M., Takeda Y., Miyamoto K. Cytotoxic components of *bardanae fructus* (Goboshi) // *Biol. and Pharm. Bull*. 1996. Vol. 11. Pp. 1515–1517. DOI: 10.1248/bpb.19.1515.
91. Hirose M., Yamaguchi T., Lin C. Effects of arctiin on PhIP-induced mammary, colon and pancreatic carcinogenesis in female Sprague-Dawley rats and MeIQx-induced hepatocarcinogenesis in male F344 rats // *Cancer Lett*. 2000. Vol. 155. Pp. 79–88. DOI: 10.1016/s0304-3835(00)00411-0.
92. Awale S., Lu J., Kalauni S.K. Identification of arctigenin as an antitumor agent having the ability to eliminate the tolerance of cancer cells to nutrient starvation // *Cancer Res*. 2006. Vol. 66. Pp. 1751–1757. DOI: 10.1158/0008-5472.
93. Umehara K., Nakamura M., Miyase T. Studies on differentiation inducers. VI. Lignan derivatives from *Arctium fructus* // *Chem. Pharm. Bull*. 1996. Vol. 44. Pp. 2300–2304. DOI: 10.1248/cpb.44.2300.
94. Xie L., Ahn E., Akao T. Transformation of arctiin to estrogenic and antiestrogenic substances by human intestinal bacteria // *Chem. Pharm. Bull*. 2003. Vol. 51. Pp. 378–384. DOI: 10.1248/cpb.51.378.
95. Baba Y., Shigemitsu Z., Hara N., Moriguchi M., Ikeda M., Watanabe T., Fujimuro M. Arctigenin induces the apoptosis of primary effusion lymphoma cells under conditions of glucose deprivation. // *International Journal of Oncology*. 2017. №1. Pp. 505-517. DOI: 10.3892/ijo.2017.4215.
96. Ahangarpour A., Oroojan A.A., Taherkhani R. Malayas Effects of hydro-alcoholic extract from *Arctium lappa* L. (Burdock) root on gonadotropins, testosterone, and sperm count and viability in male mice with nicotinamide/streptozotocin-induced type 2 diabetes // *J. Med. Sci*. 2015. Vol. 2(2). Pp. 25–32.
97. Kardosova A., Ebringerova A., Alfoldi J. A biologically active fructan from the roots of *Arctium lappa* L., var. *Herkules* // *Int. J. Biol. Macromol*. 2003. Vol. 33. Pp. 135–140. DOI: 10.1016/s0141-8130(03)00079-5.
98. Koriem K.M.M., Idris Z.H., Lazain H.S. Therapeutic effect of *Arctium lappa* in *Schistosoma haematobium* associated kidney disturbance: biochemical and molecular effects // *Journal of parasitic diseases*. 2016. Vol. 40(4). Pp. 1246–1254. DOI: 10.1007/s12639-015-0662-4.

99. Knott A., Reuschlein K., Mielke H., Wensorra U., Mummert C., Koop U., Kausch M., Kolbe L., Peters N., Stab F., Wenck H., Gallinat S. Natural Arctium lappa fruit extract improves the clinical signs of aging skin // *J. Cosmet. Dermatol.* 2008. Vol.7(4). Pp. 281–289. DOI: 10.1111/j.1473-2165.2008.00407.x.
100. Miglani A., Manchanda R.K. Observation study of Arctium lappa in the treatment of acne vulgaris // *Homeopathy.* 2014. Vol. 103 (3). Pp. 203–207. DOI: 10.1016/j.homp.2013.12.002.
101. Li X., Zhao Z., Kuang P. Regulation of lipid metabolism in diabetic rats by Arctium lappa L. polysaccharide through the PKC/NF- $\kappa$ B pathway // *International Journal of Biological Macromolecules.* 2019. Vol. 136. Pp. 115–122. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.06.057.
102. Zhang N., Wang Y., Kan J. In vivo and in vitro anti-inflammatory effects of water-soluble polysaccharide from Arctium lappa // *International Journal of Biological Macromolecules.* 2019. Vol. 135. Pp. 717–724. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.05.171.
103. Полле А.Я., Оводова Р.Г., Попов С.В. Выделение и общая характеристика полисахаридов из пижмы обыкновенной, мать-и-мачехи и лопуха войлочного // *Химия растительного сырья.* 1999. №1. С. 33–38.
104. Carlotto J., de Souza L.M., Baggio C.H., de P Werner M.F., Maria-Ferreira D., Sasaki G.L., Iacomini M., Cipriani T.R. Polysaccharides From Arctium Lappa L.: Chemical Structure and Biological Activity // *Int. J. Biol. Macromol.* 2016. Vol. 91. Pp. 954–960. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.06.033.
105. Zhao J., Evangelopoulos D., Bhakta S., Gray A.I., Seidel V. Antitubercular Activity of Arctium Lappa and Tussilago Farfara Extracts and Constituents // *J. Ethnopharmacol.* 2014. Vol. 155(1). Pp. 796–800. DOI: 10.1016/j.jep.2014.06.034.
106. Dias M.M., Zuzá O., Riani L.R., de Faria Pinto P., Silva Pinto P.L., Silva M.P., de Moraes J., Atande A.C.Z., de Oliveira Silva F., Seshlio A.B., Da Silva Filho A.A. In Vitro Schistosomicidal and Antiviral Activities of Arctium Lappa L. (Asteraceae) Against Schistosoma Mansoni and Herpes Simplex virus-1 // *Biomed. Pharmacother.* 2017. Vol. 94. Pp. 489–498. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.07.116.
107. Yoo J.-M., Yang J.H., Yang H.J., Cho W.-K., Ma J.Y. Inhibitory Effect of Fermented Arctium Lappa Fruit Extract on the IgE-mediated Allergic Response in RBL2H3 Cells // *Int. J. Mol. Med.* 2016. Vol. 37(2). Pp. 501–518. DOI: 10.3892/ijmm.2015.2447.
108. Carlotto J., da Silva L.M., Dartora N., Maria-Ferreira D., de A Sabry D., Filho A.P.S., de Paula Werner M.F., Sasaki G.L., Gorin P.A.J., Cipriani M.I.T.R., de Souza L.M. Identification of a dicaffeoylquinic acid isomer from Arctium lappa with a potent anti-ulcer activity // *Talanta.* 2015. Vol. 135. Pp. 50–57. DOI: 10.1016/j.talanta.2014.11.068.
109. Sun Q., Liu K., Shen X., Jin W., Jiang L., Sheikh M.S., Huang Y. Lappaol F, a novel anticancer agent isolated from plant Arctium lappa L. // *Mol. Cancer. Ther.* 2014. Vol. 13(1). Pp. 49–59. DOI: 10.1158/1535-7163.
110. Пахомов В.П., Никулина И.Н., Иванов А.К., Антонов А.А. Корень лопуха большого – источник инулина и биофлавоноидов // *Человек и его здоровье: сб. докл. Курск,* 1998. С. 273–276.
111. Lapinina L., Sisoeva T. Investigation of some plants to determine their sugar lowering action // *Farmatsevt.* 1964. Vol. 19. Pp. 52–58. DOI: 10.1155/2017/1476328.
112. Silver A., Krantz J. The Effect of the Ingestion of Burdock Root on Normal and Diabetic Individuals // *Annals of Internal Medicine.* 1931. Vol. 5. Pp. 274–284. DOI: 10.7326/0003-4819-5-3-274.
113. Kharlamov I.A., Khazanovich R.L., Khalmatov Kh.Kh. Lactones of the fruit of Arctium leiospermum // *Chemistry of Natural Compounds.* 1967. Vol. 3. P. 295.
114. Yakhontova L.D., Kibal'chich P.N. The question of the content of arctiin in the seeds of Arctium leiospermum // *Chemistry of Natural Compounds.* 1971. Vol. 7. Pp. 287–288. DOI: 10.1007/BF00569000.
115. Ul'chenko N.T., Bekker N.P., Glushenkova A.I. Neutral lipids from seeds of Asteraceae plants // *Chemistry of Natural Compounds.* 2008. Vol. 44. Pp. 147–150. DOI: 10.1007/s10600-008-9002-6.
116. Kharlamov I.A., Khazanovich P.L., Khalmatov Kh.Kh. Pharmacognostic study of Arctium tomentosum Mill. And Arctium leiospermum Juz. et Serg. growing in Uzbekistan // *Farmatsiya.* 1968. Vol. 17. Pp. 45–49.
117. Saleh N.A.M., Bohm B.A. Flavonoids of Arctium minus (Compositae) // *Experientia.* 1971. Vol. 27. P. 1494. DOI: 10.1007/BF02154314.
118. Morris L.J., Marshall M.O., Hammond E.W. The rans-3-enoic acids of Aster alpinus and Arctium minus seed oils // *Lipids.* 1968. Vol. 3. Pp. 91–95. DOI: 10.1007/BF02530976.
119. Tsevegсүren N., Aitzetmüller K., Vosmann K. Occurrence of  $\gamma$ -linolenic acid in compositae: A study of Youngia tenuicaulis seed oil // *Lipids.* 1999. Vol. 34. Pp. 525–529. DOI: 10.1007/s11745-999-0394-4.
120. Ul'chenko N.T., Gigienova E.I., Umarov A.U., Isamukhamedov A.Sh. Hydroxy acids of the seed oils of five plants of the family Asteraceae // *Chemistry of Natural Compounds.* 1981. Vol. 17. Pp. 26–30.
121. Ucciani E., Mallet G., Gamisans J., Gruber M. Fatty acid composition of seed oils of Mediterranean herbaceous species [Composición en ácidos grasos de los aceites de semillas de especies mediterránea] // *Grasas y Aceites.* 1994. Vol. 45. Pp. 107–112. DOI: 10.3989/gya.1994.v45.i3.981.
122. Turdumambetov K., Bakirov G.A., Rakhimov D.A. Glucofructans from Arctium tomentosum roots // *Chemistry of Natural Compounds.* 2004. Vol. 40. Pp. 211–214. DOI: 10.1023/B:CONC.0000039125.29910.a1.
123. Ge L., Liu F., Hu Y., Zhou X. Qualitative and quantitative analysis of arctiin and arctigenin in Arctium tomentosum Mill. by high-performance thin-layer chromatography // *Journal of Planar Chromatography – Modern TLC.* 2020. Vol. 33. Pp. 19–26. DOI: 10.1007/s00764-019-00005-z.
124. Копыткo Я.Ф., Кирьянов А.А., Стихин Ю.В. Состав летучих веществ и жирных кислот сока листьев лопуха войлочного // *Химико-фармацевтический журнал.* 2003. №6. С. 46–47. DOI: 10.30906/0023-1134-2003-37-6-46-47.

125. Величко В.В., Ханина М.А. Элементный состав листьев, корней и экстрактов лопуха войлочного // Journal of Siberian Medical Sciences. 2011. №5. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elementnyy-sostav-listiev-korney-i-ekstraktov-lopuha-voylochnogo>.
126. Багаутдинова Р.И., Федосеева Г.П., Оконешникова Т.Ф. Локализация и состав фруктозосодержащих углеводов у растений разных семейств // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: сб. науч. тр. М., 2001. С. 78–88.
127. Омелянчик Л.О., Очава О.М. Биологично активни речовини водного комплекс у корешв лопуха великого // Вюник Запорзького державного унверситету. 1999. №1. С. 1–4.
128. Боев Р.С. Химическое исследование корней лопуха как источника биологически активных веществ противоопухолевого действия: автореф. дисс. ... канд. фарм. наук. Томск, 2006. 24 с.
129. Kardosova A., Ebringerova A. A biologically active fructan from the roots of *Arctium lappa* L. // International Journal of Biological Macromolecules. 2003. Vol. 33. Pp. 135–140. DOI: 10.1016/s0141-8130(03)00079-5.
130. Wang H.Y., Yang J.S., Pao Y.H. Studies on the chemical constituents of *Arctium lappa* L. // Acta Pharmaceutica Sinica. 1993. Vol. 28. Pp. 911–917.
131. Mkrtchian T.A., Snapiian G.G., Nikogosian G.A. Pectin production from burdock (*Arctium* sp.) // Ukr. Biokhim. Zh. 1998. Vol. 70. Pp. 98–105.
132. Obata S., Yoshikura M., Washino T. Studies on the Components of the Roots of *Arctium lappa* L. // Nippon NÅgeikagaku Kaishi. 1970. Vol. 44. Pp. 437–446. DOI: 10.1271/nogeikagaku1924.44.437.
133. Ren G.-Q., Luan X.-N., Dou D.-Q. Analysis of Functional Components of Burdock (*Arctium lappa* root) Standard Water Extract and its Aphrodisiac Effect in Experimental Rats // Journal of the Chemical Society of Pakistan. 2020. Vol. 42. Pp. 94–102.
134. Adham A.N., Hegazy M.E.F., Naqishbandi A.M., Efferth T. Induction of apoptosis, autophagy and ferroptosis by thymus vulgaris and *Arctium lappa* extract in leukemia and multiple myeloma cell lines // Molecules. 2020. Vol. 25. 5016. DOI: 10.3390/molecules25215016.
135. Bhatt N.F., Gupta R.C., Bansal Y. Secondary metabolites in *Arctium lappa* L.: Variation among plant parts and phenological stages // Journal of Planar Chromatography-Modern TLC. 2019. Vol. 32. Pp. 461–465. DOI: 10.1556/1006.2019.32.6.3.
136. Kuo D.-H., Hung M.-C., Hung C.-M., Liu L.-M., Chen F.-A., Shieh P.-C., Ho C.-T., Way T.-D. Body weight management effect of burdock (*Arctium lappa* L.) root is associated with the activation of AMP-activated protein kinase in human HepG2 cells // Food Chemistry. 2012. Vol. 134. Pp. 1320–1326. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.03.023.
137. Maruta Y., Kawabata J., Niki R. Antioxidative Caffeoylquinic acid Derivatives in the Roots of Burdock (*Arctium lappa* L.) // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1995. Vol. 43. Pp. 2592–2595. DOI: 10.1021/jf00058a007.
138. Miyazawa M., Yagi N., Taguchi K. Inhibitory Compounds of  $\alpha$ -Glucosidase Activity from *Arctium lappa* L // Journal of Oleo Science. 2005. Vol. 54. Pp. 589–594. DOI: 10.5650/jos.54.589.
139. Ferracane R., Graziani G., Gallo M., Fogliano V., Ritieni A. Metabolic profile of the bioactive compounds of burdock (*Arctium lappa*) seeds, roots and leaves // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2010. Vol. 51. Pp. 399–404. DOI: 10.1016/j.jpba.2009.03.018.
140. Jaiswala R., Kuhnert N. Identification and characterization of five new classes of chlorogenic acids in burdock (*Arctium lappa* L.) roots by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. // *Food&Function*. 2011. Iss.1. Pp. 63-71. DOI.org/10.1039/C0FO00125B.
141. Hatami Haghi A., Mehran M. UPLC and HPLC of caffeoyl esters in wild and cultivated *Arctium lappa* L. // Food Chemistry. 2013. Vol. 138. Pp. 321–326. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.10.040.
142. Liu J., Cai Y.-Z., Wong R.N.S., Lee C.K.-F., Tang S.C.W., Sze S.C.W., Tong Y., Zhang Y. Comparative analysis of caffeoylquinic acids and lignans in roots and seeds among various burdock (*Arctium lappa*) genotypes with high antioxidant activity // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. Vol. 60. Pp. 4067–4075. DOI: 10.1021/jf2050697.
143. Golbaz F., Zarei S., Garakani F., Mojab F. The Essential oil Composition of *Arctium lappa* Root and Leaf // Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2018. Vol. 14. Pp. 1–6. DOI: 10.22034/ijps.2018.88539.1447.
144. He J., Huang X.-Y., Yang, Y.-N., Feng Z.-M., Jiang J.-S., Zhang, P.-C. Two new compounds from the fruits of *Arctium lappa* // Journal of Asian Natural Products Research. 2016. Vol. 18. Pp. 423–428. DOI: 10.1080/10286020.2016.1145671.
145. Wang D., Bădăraş A.S., Swamy M.K., Shaw S., Maggi F., Everson da Silva L., López V., Wai Kan Yeung A., Mocan A., Atanasov A.G. *Arctium* Species Secondary Metabolites Chemodiversity and Bioactivities // Front. Plant Sci. 2019. Vol. 10. 834. DOI: 10.3389/fpls.2019.00834.
146. Дроздова И.Л. Аминокислотный и минеральный состав листьев лопуха // Фармация. 2004. №3. С. 18–19.
147. Дроздова И.Л., Бубенчикова В.Н. Исследование фенольных соединений листьев лопуха большого (*Arctium lappa* L.) // Фармация. 2003. №3. С. 12–13.
148. Никитина В.С. Пектиновые вещества корней лопуха обыкновенного *Arctium lappa* L и корней одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg. // Химия растительного сырья. 2012. №2. С. 21–26.
149. Xu X., Hou J., Wang L. Optimization of Purification Process of Polysaccharides from *Arctium lappa* L. by Chitosan Flocculation[J]. // *Science and Technology of Food Industry*. 2019. vol.40(24). Pp. 178-184. DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2019.24.029.

150. Караева И.Т., Хмелевская А.В. Содержание некоторых биологически активных веществ в корнях лопуха большого (*Arctium Lappa* L.), произрастающего в Республике Северная Осетия-Алания // Современные проблемы науки и образования. 2015. №6. С. 18–20.
151. Дьякова Н.А. Изучение динамики изменения содержания инулина в корнях лопуха большого (*Arctium lappa* L) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale webb.*) в процессе вегетации // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2016. №4. С. 133–136.

Поступила в редакцию 18 августа 2020 г.

После переработки 27 января 2021 г.

Принята к публикации 1 февраля 2021 г.

**Для цитирования:** Коломиец Н.Э., Боев Р.С., Жалнина Л.В., Тихомирова В.А., Кашапов Д.Р., Бондарчук Р.А., Новожеева Т.П., Абрамец Н.Ю., Сафронов С.М., Али А.К.Х. Химический состав и биологическая активность метаболитов видов рода *Arctium* L. // Химия растительного сырья. 2021. №2. С. 29–57. DOI: 10.14258/jcrpm.2021028315.

Kolomiets N.E.<sup>1\*</sup>, Boev R.S.<sup>2</sup>, Zhalnina L.V.<sup>1</sup>, Tikhomirova V.A.<sup>1</sup>, Kashapov D.R.<sup>1</sup>, Bondarchuk R.A.<sup>3</sup>, Novozheeva T.P.<sup>1,4</sup>, Abramets N.Y.<sup>1</sup>, Safronov S.M.<sup>2</sup>, Ali A.Q.H.<sup>1</sup> CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF METABOLITES OF SPECIES OF THE GENUS *ARCTIUM* L.

<sup>1</sup> Siberian State Medical University, Moskovsky trakt, 2, Tomsk, 634050 (Russia), e-mail: borkol47@mail.ru

<sup>2</sup> LLC "Visterra", Russia, ul. Zaozernaya, 2, Altayskoe, 659650 (Russia)

<sup>3</sup> Office of the State Employment Service in the Kirov region, ul. Rimmy Yurovskoy, 3, Kirov, 610045 (Russia)

<sup>4</sup> Research Institute of Mental Health, Tomsk National Research Medical Center, ul. Aleutskaya, 4, Tomsk, 634014 (Russia)

The review summarizes information from the literature on the distribution, study of the composition and biological activity of metabolites, total extracts of plants of the genus *Arctium* L. of the world flora. In Russia, the roots of three species are allowed to be harvested and used: *A. lappa*, *A. tomentosum*, *A. minus*. To date, the most studied composition of metabolites and pharmacological properties of great burdock. The chemical composition of *A. atlanticum*, *A. debrayi*, *A. leiobardanum*, *A. neumani*, *A. platylepis*, *A. pseudarctium*, *A. sardaimionense*, *A. scanicum*, *A. nemorosum* and *A. palladini* has not been studied. About 360 substances related to polysaccharides, sesquiterpenes, triterpenes, fatty acids, phenolcarboxylic acids, tannins, vitamins, lignans, sterols, polyacetylenes, amino acids, alkaloids, flavonoids, macro- and microelements and other were isolated and identified from the studied species.

There are only a few publications about pharmacological activity of *Arctium nemorosum*, *A. palladini*, *A. tomentosum* and *A. minus*, and there is no information for other types.

Total extracts and individual compounds of the studied burdock species in the experiment have a wide range of pharmacological activity. The information provided in the review shows that plants of the genus *Arctium* L., are promising for creating effective medicines. In addition, the fragmentation and lack of information on the composition of metabolites, pharmacological activity of most species of the genus burdock opens up great opportunities for researchers.

**Keywords:** *Arctium* L., genus burdock, chemical composition of metabolites, biological activity, prospects for study and application.

\* Corresponding author.



## References

1. *Rastitel'nyye resursy SSSR: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovaniye. Semeystvo Asteraceae (Compositae)*. [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use. Family Asteraceae (Compositae)]. St. Petersburg, 1993, 465 p. (in Russ.).
2. Krasnoborov I.M. *Flora Sibiri. T. 13. Asteraceae*. [Flora of Siberia. Vol. 13. Asteraceae]. Novosibirsk, 1997, 472 p. (in Russ.).
3. *Arctium*. *The Plant List*. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/gcc-52146>.
4. *Rastitel'nyye resursy Rossii. Dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 5. Semeystvo Asteraceae (Compositae). Chast' 1. Rody Achillea-Doronicum*. [Plant resources of Russia. Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 5. Family Asteraceae (Compositae). Part 1. Genera Achillea-Doronicum]. Moscow, 2012, 320 p. (in Russ.).
5. Rudskiy V.V. *Rastitel'nyye resursy Altaya: uch. pos. dlya studentov geogr. fak.* [Vegetable resources of Altai: uch. pos. for students of geogr. fac.]. Barnaul, 1993, 30 p. (in Russ.).
6. Rimkene S.P. *Biologicheskiye osobennosti dikorastushchikh vidov lekarstvennykh rasteniy Litovskoy SSR, sodержashchikh polifenoly: avtoref. diss. kand. biol. nauk*. [Biological characteristics of wild species of medicinal plants of the Lithuanian SSR containing polyphenols: abstract diss. Cand. biol. sciences]. Vil'nyus, 1986, 22 p. (in Russ.).
7. Sobolevskaya K.A. *Poleznyye rasteniya Zapadnoy Sibiri i perspektivy ikh introduksii*. [Useful plants of Western Siberia and prospects for their introduction]. Novosibirsk, 1972, 58 p. (in Russ.).
8. Sokolov S.Ya. *Spravochnik po lekarstvennym rasteniyam*. [Handbook of Medicinal Plants]. Moscow, 1990, 464 p. (in Russ.).
9. Khodzhimatov M. *Dikorastushchiye lekarstvennyye rasteniya Tadzhikistana*. [Wild medicinal plants of Tajikistan]. Dushanbe, 1989, 366 p. (in Russ.).
10. Tanino K. *Potential in Medicinal and Aromatic Plants*. Saskatoon, 2002, 107 p.
11. Reshetnyak V.V., Tsigura I.V. *Travnik*. [Herbalist]. Kharkov, 1992, 284 p. (in Russ.).
12. Popov A.P. *Travolechebnik Aleksey Popova*. [Herbal medicine book by Alexey Popov]. Kemerovo, 1993, 158 p. (in Russ.).
13. Zimin V.N. *Professional'nyy spravochnik fitoterapevta*. [A professional reference book of a phytotherapist]. St.-Petersburg, 2003, 264 p. (in Russ.).
14. Makhlayuk V.P. *Lekarstvennyye rasteniya v narodnoy meditsine*. [Medicinal plants in folk medicine]. Moscow, 1992, 477 p. (in Russ.).
15. Lager' A.A. *Lecheniye rasteniyami. Fitoterapiya*. [Plant treatment. Phytotherapy]. Krasnoyarsk, 1992, 480 p. (in Russ.).
16. Pashinskiy V.G. *Rasteniya v terapii i profilaktike bolezney*. [Plants in therapy and disease prevention]. Tomsk, 1989, 208 p. (in Russ.).
17. Korepanov C.B. *Rasteniya v profilaktike i lechenii raka*. [Plants in the prevention and treatment of cancer]. Barnaul, 1999, 160 p. (in Russ.).
18. Nikolayev V. *Farmatsevticheskiy vestnik*, 1997, no. 21, pp. 10–11. (in Russ.).
19. Amosova E.H. Zuyeva Ye.P., Gol'dberg Ye.D. *Farmatsiya*, 1994, no. 6, pp. 32–37. (in Russ.).
20. Kovaleva N.G. *Lecheniye rasteniyami*. [Plant treatment]. Moscow, 1992, 198 p. (in Russ.).
21. Popov O.P. *Lekarstvennyye rasteniya v narodnoy meditsine*. [Medicinal plants in folk medicine]. Kiev, 1994, 208 p. (in Russ.).
22. Kathi J. *The Longwood Herbal Task Force and The Center for Holistic Pediatric Education and Research Burdock (Arctium lappa)*. Kemper, MD, MPH: <https://www.mcp.edu/herbal/default.htm>.
23. *Gosudarstvennaya Farmakopeya Rossiyskoy Federatsii XIV izdaniya* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV edition]. URL: [http://resource.ruclm.ru/feml/pharmacopia/14\\_4/HTML/index.html](http://resource.ruclm.ru/feml/pharmacopia/14_4/HTML/index.html) (in Russ.).
24. *Japanese Pharmacopoeia 15*, 2006, 1788 p.
25. *Pharmacopoe Francaise. 10 edition, 6 supplement: Monographies de souches pour preparations homeopathiques*. Paris, 1989. 686 p.
26. *Gosudarstvennyy reyestr lekarstvennykh sredstv* [State register of medicines]. URL: <https://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx> (in Russ.).
27. Minakova M.E., Kryazheva S.S., Vergazova S.I. *7 Ros. s'yezd dermatologov i venerologov. sb. nauch. trudov*. [7 Ros. congress of dermatologists and venerologists. Sat. scientific. works]. Kazan', 1996, p. 68. (in Russ.).
28. *Milk Thistle Complex Supplement with Burdock Root and Dandelion to Rescue Your Liver and Help Detox, Anti-inflammatory and antioxidant Made in The USA Vegan*. URL: <https://www.amazon.com/Thistle-Supplement-Dandelion-Anti-inflammatory-antioxidant/dp/B079PTNCTB>
29. Gotter A. *What is Burdock Root*. 2018. URL: <https://www.healthline.com/health/burdock-root>
30. Yarovan N.I., Vlasov V.V. *Vestnik agrarnoy nauki*, 2018, no. 6(75), pp. 35–40. DOI: 10.15217/48484. (in Russ.).
31. Patent 5840361 (US). 1998.
32. Ivanov Ye.S., Pribyvalova Ye.P. *Pchelovodstvo*, 2008, no. 2, pp. 26–27. (in Russ.).
33. Maksyutina N.P., Chetvernyya S.A., Maksyutin V.G. *Tekhnologicheskiye i fitokhimicheskiye issledovaniya korney lopukha bol'shogo pri poluchenii pishchevogo siropa*. [Technological and phytochemical studies of burdock roots in the preparation of food syrup]. Kiev, 1985, 280 p. (in Russ.).

34. Mamedov N., Gardner Z., Craker L.E. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2004, vol. 11, pp. 191–222. DOI: 10.1300/J044v11n01\_07.
35. Zimmermann S., Thomi S., Kaiser M., Hamburger M., Adams M. *Scientia Pharmaceutica*, 2012, vol. 80, pp. 205–213. DOI: 10.3797/scipharm.1111-13.
36. Povet'yeva T.N., Pashinskiy V.G., Kanakina T.A. *Rastit. resursy*, 1998, vol. 34, no. 2, pp. 57–65. (in Russ.).
37. Os'kina O.A., Pashinskii V.G., Kanakina T.A., Povet'yeva T.N., Gribel' N.V. *Ekspperimental'naya i Klinicheskaya Farmakologiya*, 1999, vol. 62, p. 39.
38. Vymyatnina Z.K. *Rastit. resursy*, 2000, vol. 36, no. 3, pp. 59–64. (in Russ.).
39. Csupor-Löffler B., Hajdu Z., Rethy B., Zupko I., Mathe I., Redei T., Falkay G., Hohman I. *J. Phytotherapy Research*, 2009, vol. 23, pp. 1109–1115. DOI: 10.1002/ptr.2240.
40. Zhdanov V.N. *Vliyaniye izvlecheniy iz lopukha voylochnogo na toksicheskiye efekty etanola i gipoksiyu: avto-ref. dis... kan. biol. nauk*. [Influence of extracts from burdock felt on the toxic effects of ethanol and hypoxia: auto-ref. diss. ... cand. biol. sciences]. Tomsk, 1999, 20 p. (in Russ.).
41. Povet'yeva T.N., Pashinskiy V.G., Dudko V.V. *Rastit. resursy*, 2001, no. 2, pp. 80–85. (in Russ.).
42. Cavallito C.J., Bailey J.H., Kirchner F.K. *Journal of the American Chemical Society*, 1945, vol. 67, pp. 948–950. DOI: 10.1021/ja01222a022.
43. Cavallito C.J., Kirchner F.K. *Journal of the American Chemical Society*, 1947, vol. 69, pp. 3030–3032. DOI: 10.1021/ja01204a028.
44. Abraham E.P., Joseph A.E., Crowfoot D.M., Osborn E.M. *Nature*, 1946, vol. 158, pp. 744–745. DOI: 10.1038/158744a0.
45. Vivot M.R., Cruaños M.J., Muñoz J.D.D., Ferraro G., Gutkind G., Martino V. *Latin American Journal of Pharmacy*, 2007, vol. 26, pp. 563–566.
46. Pereira J.V., Bergamo D.C.B., Pereira J.O., de Castro França S., Pietro R.C.L.R., Silva-Sousa Y.T.C. *Braz. Dent. J.*, 2005, vol. 16(3), pp. 192–196. DOI: 10.1590/s0103-64402005000300004.
47. Boyko O.O., Brygadyrenko V.V. *Biosystems Diversity*, 2019, vol. 27, pp. 227–232. DOI: 10.15421/011931.
48. Başaran A.A., Ceritoğlu I., Ündeğir Ü., Başaran N. *Phytotherapy Research*, 1997, vol. 11, pp. 609–611. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1573(199712)11:8<609::AID-PTR165>3.0.CO;2-0.
49. Erdemoglu N., Turan N.N., Akkol E.K., Sener B., Abacioglu N. *Journal of Ethnopharmacology*, 2009, vol. 121, pp. 318–323. DOI: 10.1016/j.jep.2008.11.009.
50. Fischer S.P.M., Brusco I., Camponogara C., Piana M., Faccin H., Gobo L.A., de Carvalho L.M., Oliveira S.M. *Inflammopharmacology*, 2018, vol. 26, pp. 505–519. DOI: 10.1007/s10787-017-0384-6.
51. Ferreira F.M., Peixoto F.P., Nunes E., Sena C., Seça R., Maria Santos S. *Scientific Research and Essays*, 2010, vol. 5, pp. 2136–2142. DOI: 10.5897/SRE.9000598.
52. Karadeniz A., Alexie G., Greten H.J., Andersch K., Efferth T. *Journal of Ethnopharmacology*, 2015, vol. 168, pp. 191–200. DOI: 10.1016/j.jep.2015.03.052.
53. Kerasheva S.I., Shershneva O.K., Turetskova V.F., Kerasheva S.I. *Lekarstvennyye rasteniya Altayskogo kraya: sb. nauch. tr.* [Medicinal plants of the Altai Territory: collection of articles. scientific. tr.]. Tomsk, 1986, p. 131. (in Russ.).
54. Tang Y., Lou Z., Yang L., Wang H. *European Food Research and Technology*, 2015, vol. 240, pp. 1203–1209. DOI: 10.1007/s00217-015-2423-0.
55. Pirvu L., Nicorescu I., Hlevca C., Albu B., Nicorescu V. Burdock (*Arctium lappa*) Leaf Extracts Increase the *In Vitro* Antimicrobial Efficacy of Common Antibiotics on Gram-positive and Gram-negative Bacteria. *De Gruyter Open*, 2017, DOI: 10.1515/chem-2017-0012.
56. Gentil M., Pereira J.V., Sousa Y.T. *Phytother Res.*, 2006, vol. 20, no. 3, pp. 184–186. DOI: 10.1016/j.foodcont.2006.04.002.
57. Holetz F.B., Pessini G.L., Sanches N.R. *Mem Inst Oswaldo Cruz.*, 2002, vol. 97, no. 7, pp. 1027–1031. DOI: 10.1590/s0074-02762002000700017.
58. Patent 2689011 (FR). 1993.
59. Collins R.A., Ng T., Fong W., Wan C., Yeung H.W. *Life Sciences*, 1997, vol. 60, pp. 345–351. DOI: 10.1016/S0024-3205(97)00227-0.
60. Patent 2715848 (FR). 1995.
61. Chen Fu-A., Wu An-B., Chen C-Y. *Food Chemistry*, 2004, vol. 86, no. 4, pp. 479–484. DOI: 10.1016/j.foodchem.2003.09.020.
62. Lin C.C., Lu J.M., Yang J.J., Chuang S.C., Ujiiie T. *Am. J. Chin. Med.*, 1996, vol. 24, no. 2, pp. 127–137. DOI: 10.1142/S0192415X96000177.
63. Lin S.C., Chung T.C., Lin C.C., Ueng T.H., Lin Y.H., Lin S.Y., Wang L.Y. *Am. J. Chin. Med.*, 2000, vol. 28, no. 2, pp. 163–173. DOI: 10.1142/S0192415X00000210.
64. Ahangarpour A., Heidari H., Oroojan A.A., Mirzavandi F., Nasr E.K., Dehghan M.Z. *J. Phytomed.*, 2017, vol. 7(2), pp. 169–179.
65. Lin S.C., Lin C.H., Lin C.C., Lin Y.H., Chen C.F., Chen I.C., Wang L.Y.J. *Biomed. Sci.*, 2002, vol. 9(5), pp. 401–409. DOI: 10.1007/BF02256533.
66. Yang Y.N., Huang X.Y., Feng Z.M., Jiang J.S., Zhang P.C., AgYang M., Zuo Z. *Acta Pharmacologica Sinica*, 2018, vol. 39(5), pp. 787–801. DOI: 10.1021/jf501859x.
67. Kee Ji-Y., Hong S.-H. *J. Agric. Food Chem.*, 2017, vol. 65, pp. 9443–9452. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b02965.

68. Hyam S.R., Lee I.A., Gu W., Kim K.A., Jeong J.J., Jang S.E., Kim D.H. *European journal of pharmacology*, 2013, vol. 708(1-3), pp. 21–29. DOI: 10.1016/j.ejphar.2013.01.014.
69. Gun G. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2019, vol. 12, no. 7, pp. 53–59. DOI: 10.22159/ajpcr.2019.v12i7.33870.
70. Maghsoumi-Norouzabad L., Alipoor B., Abed R., Sadat B.E., Mesgari-Abbasi M., Jafarabadi M.A. *Int. J. Rheum. Dis.*, 2016, vol. 19(3), pp. 255–261. DOI: 10.1111/1756-185X.12477.
71. Matsumoto T., Hosono-Nishiyama K., Yamada H. *Planta Med.*, 2006, vol. 72, pp. 276–278. DOI: 10.1055/s-2005-916174.
72. Awale S., Lu J., Kalauni S.K., Kurashima Y., Tezuka Y., Kadota S., Esumi H. *Cancer Res.*, 2006, vol. 66, pp. 1751–1757. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-05-3143.
73. Sak K., Jürisoo K. *Ain Raal.*, 2014, pp. 855–866. DOI: 10.3109/13880209.2013.871641.
74. Ito Y., Maeda S., Sugiyama T. *Mutation Research*, 1986, vol. 172, pp. 55–60.
75. Koshimizu K., Ohigashi H., Tokuda H. *Cancer Letters*, 1988, vol. 39, pp. 247–257. DOI: 10.1016/0304-3835(88)90067-5.
76. Morita K., Kada T., Namiki M. *Mutat Res.*, 1984, vol. 129, pp. 25–31. DOI: 10.1016/0027-5107(84)90119-2.
77. Kim S., Kim J. *FASEB Journal*, 1997, vol. 3, p. 369. DOI: 10.1097/00008469-199403030-00007.
78. Sato A. *Yakugaku Zasshi*, 1989, vol. 109, pp. 407–423. DOI: 10.1248/yakushi1947.109.6\_407.
79. Nakamura Y., Suganuma E., Kuyama N. *Biosc. Biotechnol. Biochem.*, 1998, vol. 62, pp. 1161–1165. DOI: 10.1271/bbb.62.1161.
80. Yersakhanova B.K., Nurmukhambetov Zh.N., Shabdarbayeva D.M., Daultzharova A.K., Zhetpisbayev B.A. *Int. J. Immunorehabil.*, 1999, vol. 12, p. 125. (in Russ.).
81. Watanabe A., Sasaki H., Miyakawa H. *Microorganisms*, 2020, vol. 8(2), p. 220. DOI: 10.3390/microorganisms8020220.
82. Annunziata G., Barrea L., Ciampaglia R. *Phytotherapy Research*, 2019, vol. 33(9), pp. 2213–2220. DOI: 10.1002/ptr.6416.
83. Chan Y.-S., Cheng L.-N., Wu J.-H., Chan E., Kwan Y.-W., Lee S.M.-Y., Leung G.P.-H., Yu P.H.-F., Chan S.-W. *Inflammopharmacology Actions*, 2011, vol. 19(5), pp. 245–254. DOI: 10.1007/s10787-010-0062-4.
84. Nascimento B.A.C., Gardinassi L.G., Silveira I.M.G., Gallucci M.G., Tom M.A., Oliveira J.F.D., Moreira M.R.A., Meirelles A.F.G., Faccioli L.H., Silva C.T., Zoccal K.F. *Medicines*, 2019, vol. 29, p. 81. DOI: 10.3390/medicines6030081.
85. Habibipour R., Rajabi M. *J. HerbMed. Pharmacol*, 2015, vol. 4(4), pp. 133-137.
86. Wang Y., Lina L., Xu L. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2019, vol. 520(1), pp. 20–26. DOI: 10.1016/j.bbrc.2019.09.086.
87. Kardosova A., Machova E. *Fitoterapia*, 2006, vol. 77, pp. 367–373. DOI: 10.1016/j.fitote.2006.05.001.
88. Cho M.K., Jang Y.P., Kim Y.C., Kim S.G. *Int. Immunopharmacol.*, 2004, vol. 4, pp. 1419–1429. DOI: 10.1007/s12272-010-0619-1.
89. He Y., Fan Q., Cai T. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2018, vol. 108, pp. 403–407. DOI: 10.1016/j.biopha.2018.08.158.
90. Moritani S., Nomura M., Takeda Y., Miyamoto K. *Biol. and Pharm. Bull.*, 1996, vol. 11, pp. 1515–1517. DOI: 10.1248/bpb.19.1515.
91. Hirose M., Yamaguchi T., Lin C. *Cancer Lett.*, 2000, vol. 155, pp. 79–88. DOI: 10.1016/s0304-3835(00)00411-0.
92. Awale S., Lu J., Kalauni S.K. *Cancer Res.*, 2006, vol. 66, pp. 1751–1757. DOI: 10.1158/0008-5472.
93. Umehara K., Nakamura M., Miyase T. *Chem. Pharm. Bull.*, 1996, vol. 44, pp. 2300–2304. DOI: 10.1248/cpb.44.2300.
94. Xie L., Ahn E., Akao T. *Chem. Pharm. Bull.*, 2003, vol. 51, pp. 378–384. DOI: 10.1248/cpb.51.378.
95. Baba Y., Shigemi Z., Hara N., Moriguchi M., Ikeda M., Watanabe T., Fujimuro M. *International Journal of Oncology*, 2017, no. 1, pp. 505-517. DOI.org/10.3892/ijo.2017.4215.
96. Ahangarpour A., Oroojan A.A., Taherkhani R. *J. Med. Sci.*, 2015, vol. 2(2), pp. 25–32.
97. Kardosova A., Ebringerova A., Alföldi J. *Int. J. Biol. Macromol.*, 2003, vol. 33, pp. 135–140. DOI: 10.1016/s0141-8130(03)00079-5.
98. Koriem K.M.M., Idris Z.H., Lazain H.S. *Journal of parasitic diseases*, 2016, vol. 40(4), pp. 1246–1254. DOI: 10.1007/s12639-015-0662-4.
99. Knott A., Reuschlein K., Mielke H., Wensorra U., Mummert C., Koop U., Kausch M., Kolbe L., Peters N., Stab F., Wenck H., Gallinat S. *J. Cosmet. Dermatol.*, 2008, vol.7(4), pp. 281–289. DOI: 10.1111/j.1473-2165.2008.00407.x.
100. Miglani A., Manchanda R.K. *Homeopathy*, 2014, vol. 103 (3), pp. 203–207. DOI: 10.1016/j.homp.2013.12.002.
101. Li X., Zhao Z., Kuang P. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2019, vol. 136, pp. 115–122. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.06.057.
102. Zhang N., Wang Y., Kan J. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2019, vol. 135, pp. 717–724. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.05.171.
103. Polle A.Ya., Ovodova R.G., Popov S.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 1999, no. 1, pp. 33–38. (in Russ.).
104. Carlotto J., de Souza L.M., Baggio C.H., de P Werner M.F., Maria-Ferreira D., Sasaki G.L., Iacomini M., Cipriani T.R. *Int. J. Biol. Macromol.*, 2016, vol. 91, pp. 954–960. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.06.033.
105. Zhao J., Evangelopoulos D., Bhakta S., Gray A.I., Seidel V. *J. Ethnopharmacol.*, 2014, vol. 155(1), pp. 796–800. DOI: 10.1016/j.jep.2014.06.034.

106. Dias M.M., Zuza O., Riani L.R., de Faria Pinto P., Silva Pinto P.L., Silva M.P., de Moraes J., Atande A.C.Z., de Oliveira Silva F., Сеснlio A.B., Da Silva Filho A.A. *Biomed. Pharmacother.*, 2017, vol. 94, pp. 489–498. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.07.116.
107. Yoo J.-M., Yang J.H., Yang H.J., Cho W.-K., Ma J.Y. *Int. J. Mol. Med.*, 2016, vol. 37(2), pp. 501–518. DOI: 10.3892/ijmm.2015.2447.
108. Carlotto J., da Silva L.M., Dartora N., Maria-Ferreira D., de A Sabry D., Filho A.P.S., de Paula Werner M.F., Sasaki G.L., Gorin P.A.J., Cipriani M.I.T.R., de Souza L.M. *Talanta*, 2015, vol. 135, pp. 50–57. DOI: 10.1016/j.talanta.2014.11.068.
109. Sun Q., Liu K., Shen X., Jin W., Jiang L., Sheikh M.S., Huang Y. *Mol. Cancer. Ther.*, 2014, vol. 13(1), pp. 49–59. DOI: 10.1158/1535-7163.
110. Pakhomov V.P., Nikulina I.N., Ivanov A.K., Antonov A.A. *Chelovek i yego zdorov'ye: sb. dokl.* [Man and his health: collection of articles. report]. Kursk, 1998, pp. 273–276. (in Russ.).
111. Lapinina L., Sisoeva T. *Farmatsevt*, 1964, vol. 19, pp. 52–58. DOI: 10.1155/2017/1476328.
112. Silver A., Krantz J. *Annals of Internal Medicine*, 1931, vol. 5, pp. 274–284. DOI: 10.7326/0003-4819-5-3-274.
113. Kharlamov I.A., Khazanovich R.L., Khalmatov Kh.Kh. *Chemistry of Natural Compounds*, 1967, vol. 3, p. 295.
114. Yakhontova L.D., Kibal'chich P.N. *Chemistry of Natural Compounds*, 1971, vol. 7, pp. 287–288. DOI: 10.1007/BF00569000.
115. Ul'chenko N.T., Bekker N.P., Glushenkova A.I. *Chemistry of Natural Compounds*, 2008, vol. 44, pp. 147–150. DOI: 10.1007/s10600-008-9002-6.
116. Kharlamov I.A., Khazanovich P.L., Khalmatov Kh.Kh. *Farmatsiya*, 1968, vol. 17, pp. 45–49.
117. Saleh N.A.M., Bohm B.A. *Experientia*, 1971, vol. 27, p. 1494. DOI: 10.1007/BF02154314.
118. Morris L.J., Marshall M.O., Hammond E.W. *Lipids*, 1968, vol. 3, pp. 91–95. DOI: 10.1007/BF02530976.
119. Tsevegсүren N., Aitzetmüller K., Vosmann K. *Lipids*, 1999, vol. 34, pp. 525–529. DOI: 10.1007/s11745-999-0394-4.
120. Ul'chenko N.T., Gigienova E.I., Umarov A.U., Isamukhamedov A.Sh. *Chemistry of Natural Compounds*, 1981, vol. 17, pp. 26–30.
121. Ucciani E., Mallet G., Gamisans J., Gruber M. *Grasas y Aceites*, 1994, vol. 45, pp. 107–112. DOI: 10.3989/gya.1994.v45.i3.981.
122. Turdumambetov K., Bakirov G.A., Rakhimov D.A. *Chemistry of Natural Compounds*, 2004, vol. 40, pp. 211–214. DOI: 10.1023/B:CONC.0000039125.29910.a1
123. Ge L., Liu F., Hu Y., Zhou X. *Journal of Planar Chromatography – Modern TLC*, 2020, vol. 33, pp. 19–26. DOI: 10.1007/s00764-019-00005-z.
124. Kopyt'ko Ya.F., Kir'yanov A.A., Stikhin Yu.V. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2003, no. 6, pp. 46–47. DOI: 10.30906/0023-1134-2003-37-6-46-47. (in Russ.).
125. Velichko V.V., Khanina M.A. *Journal of Siberian Medical Sciences*, 2011, no. 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elementnyy-sostav-listiev-korney-i-ekstraktov-lopuha-voylochnogo>. (in Russ.).
126. Bagautdinova R.I., Fedoseyeva G.P., Okoneshnikova T.F. *Netraditsionnyye prirodnyye resursy, innovatsionnyye tekhnologii i produkty: sb. nauch. tr.* [Non-traditional natural resources, innovative technologies and products: collection of articles. scientific. tr.]. Moscow, 2001, pp. 78–88. (in Russ.).
127. Omel'yanchuk L.O., Ochava O.M. *Vyunyк Zaporz'koho derzhavnoho unversytetu*, 1999, no. 1, pp. 1–4. (in Ukr.).
128. Boyev R.S. *Khimicheskoye issledovaniye korney lopukha kak istochnika biologicheskii aktivnykh veshchestv protivopukholevogo deystviya: avtoref. diss... kand. farm. nauk.* [Chemical research of burdock roots as a source of biologically active substances of antitumor action: author. diss. ... cand. farm. sciences]. Tomsk, 2006, 24 p. (in Russ.).
129. Kardosova A., Ebringerova A. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2003, vol. 33, pp. 135–140. DOI: 10.1016/s0141-8130(03)00079-5.
130. Wang H.Y., Yang J.S., Pao Y.H. *Acta Pharmaceutica Sinica*, 1993, vol. 28, pp. 911–917.
131. Mkrtchian T.A., Snapian G.G., Nikogosian G.A. *Ukr. Biokhim. Zh.*, 1998, vol. 70, pp. 98–105.
132. Obata S., Yoshikura M., Washino T. *Nippon NŌgeikagaku Kaishi*, 1970, vol. 44, pp. 437–446. DOI: 10.1271/nogeikagaku1924.44.437.
133. Ren G.-Q., Luan X.-N., Dou D.-Q. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 2020, vol. 42, pp. 94–102.
134. Adham A.N., Hegazy M.E.F., Naqishbandi A.M., Efferth T. *Molecules*, 2020, vol. 25, 5016. DOI: 10.3390/molecules25215016.
135. Bhatt N.F., Gupta R.C., Bansal Y. *Journal of Planar Chromatography-Modern TLC*, 2019, vol. 32, pp. 461–465. DOI: 10.1556/1006.2019.32.6.3.
136. Kuo D.-H., Hung M.-C., Hung C.-M., Liu L.-M., Chen F.-A., Shieh P.-C., Ho C.-T., Way T.-D. *Food Chemistry*, 2012, vol. 134, pp. 1320–1326. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.03.023.
137. Maruta Y., Kawabata J., Niki R. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995, vol. 43, pp. 2592–2595. DOI: 10.1021/jf00058a007.
138. Miyazawa M., Yagi N., Taguchi K. *Journal of Oleo Science*, 2005, vol. 54, pp. 589–594. DOI: 10.5650/jos.54.589.
139. Ferracane R., Graziani G., Gallo M., Fogliano V., Ritiemi A. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2010, vol. 51, pp. 399–404. DOI: 10.1016/j.jpba.2009.03.018.
140. Jaiswala R., Kuhnert N. *Food&Function*, 2011, issue1, pp. 63-71. DOI: 10.1039/C0FO00125B/.
141. Hatami Haghi A., Mehran M. *Food Chemistry*, 2013, vol. 138, pp. 321–326. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.10.040.

142. Liu J., Cai Y.-Z., Wong R.N.S., Lee C.K.-F., Tang S.C.W., Sze S.C.W., Tong Y., Zhang Y. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2012, vol. 60, pp. 4067–4075. DOI: 10.1021/jf2050697.
143. Golbaz F., Zarei S., Garakani F., Mojab F. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2018, vol. 14, pp. 1–6. DOI: 10.22034/ijps.2018.88539.1447.
144. He J., Huang X.-Y., Yang, Y.-N., Feng Z.-M., Jiang J.-S., Zhang, P.-C. *Journal of Asian Natural Products Research*, 2016, vol. 18, pp. 423–428. DOI: 10.1080/10286020.2016.1145671.
145. Wang D., Bădăraș A.S., Swamy M.K., Shaw S., Maggi F., Everson da Silva L., López V., Wai Kan Yeung A., Mocan A., Atanasov A.G. *Front. Plant Sci.*, 2019, vol. 10, 834. DOI: 10.3389/fpls.2019.00834.
146. Drozdova I.L. *Farmatsiya*, 2004, no. 3, pp. 18–19. (in Russ.).
147. Drozdova I.L., Bubenchikova V.N. *Farmatsiya*, 2003, no. 3, pp. 12–13. (in Russ.).
148. Nikitina V.S. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2012, no. 2, pp. 21–26. (in Russ.).
149. Xu X., Hou J., Wang L. *Science and Technology of Food Industry*, 2019, vol.40(24), pp. 178-184. DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2019.24.029.
150. Karayeva I.T., Khmelevskaya A.V. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 6, pp. 18–20. (in Russ.).
151. D'yakova N.A. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2016, no. 4, pp. 133–136. (in Russ.).

*Received August 18, 2020*

*Revised January 27, 2021*

*Accepted February 1, 2021*

**For citing:** Kolomiets N.E., Boev R.S., Zhalnina L.V., Tikhomirova V.A., Kashapov D.R., Bondarchuk R.A., Novozheeva T.P., Abramets N.Y., Safronov S.M., Ali A.Q.H. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 29–57. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021028315.

