

СОСТАВ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ САПОНИНОВ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Д. О. ЖУРОВ, И. Н. ГРОМОВ, А. В. БУЙНОВСКАЯ

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210027,
e-mail: zhurovd@mail.ru; gromov_igor@list.ru; climenoka@yandex.by

(Поступила в редакцию 15.01.2025)

В работе приводятся аналитический обзор литературы и результаты собственных исследований по вопросу актуальности применения сапонинов в ветеринарной медицине и животноводстве. Сапонины – одна из самых многочисленных и разнообразных групп биологически активных соединений растительного происхождения, представляющая собой сложные безазотистые органические соединения из растительных гликозидов с поверхностно-активными свойствами, растворы которых способны образовывать стойкую пену. Они выполняют целый ряд функций, включая противовоспалительную, антимикробную, иммуномодулирующую, фунгицидную, антисептическую, седативную, спазмолитическую, желчегонную, противоязвенную, адсорбирующую, слабительную и т.д., что дает возможность применять их при ряде болезней у млекопитающих и птиц в качестве альтернативы синтетическим препаратам. Кроме того, нетоксичная природа данной группы химических веществ может стать крайне полезной при использовании их продуктивными животными. В имеющихся литературных источниках представлена информация по содержанию сапонинов в растениях различных семейств, их экстракции и применению в медицине, косметологии, химической и пищевой промышленности. Отрывочна и не всегда систематизирована информация по использованию сапонинсодержащих препаратов при патологии различного генеза у животных, влияние их на иммуноморфологические, биохимические, качественные показатели у продуктивных животных (динамика среднесуточных приростов живой массы, молочная продуктивность, яйценоскость у птиц и др.), ветеринарно-санитарные показатели получаемой продукции. В связи с этим, поиск новых источников содержания сапонинов, особенно из местных видов растительного сырья, разработка методов их получения и выявление биологической активности является весьма актуальной проблемой для химической и фармацевтической отраслей, а также ветеринарной медицины.

Ключевые слова: сапонины, растительное сырье, животные, ветеринария, фитобиотики.

The paper presents an analytical review of the literature and the results of our own research on the relevance of using saponins in veterinary medicine and animal husbandry. Saponins are one of the most numerous and diverse groups of biologically active compounds of plant origin, representing complex nitrogen-free organic compounds from plant glycosides with surface-active properties, the solutions of which are capable of forming a stable foam. They perform a number of functions, including anti-inflammatory, antimicrobial, immunomodulatory, fungicidal, antiseptic, sedative, antispasmodic, choleretic, antiulcer, adsorbent, laxative, etc., which makes it possible to use them in a number of diseases in mammals and birds as an alternative to synthetic drugs. In addition, the non-toxic nature of this group of chemicals can be extremely useful when used by productive animals. The available literary sources provide information on the content of saponins in plants of various families, their extraction and use in medicine, cosmetology, chemical and food industries. Information on the use of saponin-containing preparations for pathologies of various genesis in animals, their influence on immunomorphological, biochemical, and qualitative indicators in productive animals (dynamics of average daily live weight gain, milk production, egg production in birds, etc.), and veterinary and sanitary indicators of the products obtained is fragmentary and not always systematized. In this regard, the search for new sources of saponin content, especially from local types of plant raw materials, the development of methods for their production and the identification of biological activity is a very urgent problem for the chemical and pharmaceutical industries, as well as veterinary medicine.

Key words: saponins, plant raw materials, animals, veterinary science, phytobiotics.

Введение

Препараты на основе растительного сырья занимают скромную долю от всего ассортимента ветеринарных средств. При том, что фитотерапия благотворно влияет на работу всего организма, оказывая общеукрепляющее и иммуномодулирующее воздействие, она высокоэффективна, безвредна, практически не имеет противопоказаний. При назначении фитобиотиков и препаратов, содержащих растительные компоненты, в организм животных поступает необходимый комплекс биологически активных соединений. Растения не только не угнетают защитные силы организма, а наоборот, способны усиливать иммунную реактивность, помогая ему тем самым справиться с болезнью.

Действие лекарственных препаратов и кормовых добавок растительного происхождения определяется содержащимися в различных частях растения активными веществами: флавоноидами, танинами, гликозидами и т.д. В последнее десятилетие наблюдается увеличение спроса на применение сапонинов в связи с различными биологическими и фармакологическими их действиями [1, 25]. К настоящему времени обнаружено большое количество групп сапонинов, открываются новые фармакологические эффекты данных веществ на организм, проводится выделение их из нового растительного сырья. В связи с этим необходимо обобщение научных знаний в области биологической активности и применения сапонинов.

Целью исследований явился анализ и обобщение результатов исследований по изучению свойств различных видов сапонинов на организм млекопитающих и птиц.

Основная часть

Для написания публикации учитывались полученные результаты исследований отечественных и зарубежных ученых по соответствующей тематике, опубликованные в научной литературе и размещенные в открытых источниках. Методологический комплекс включал: теоретический анализ, индуктивный и дедуктивный методы исследования.

Сапонины (лат. *sapo* – мыло) представляют собой сложные безазотистые органические соединения из гликозидов растительного происхождения с поверхностно-активными свойствами. Растворы сапонинов при взбалтывании образуют густую стойкую пену. Сапонины имеют разнообразное и сложное строение. Их молекулы состоят из двух частей: агликоновой или сапогенина и сахарной, в состав которой могут входить D-глюкоза, D-галактоза, L-рамноза, L-арабиноза, D-ксилоза, L-фруктоза, D-глюкуроновая и D-галактуриновая кислоты [16, 23].

Сапонины в зависимости от вида сапогенина делятся на две группы: тритерпеновые (производные даммарана, циклоартана, ланостана, кукурбитана, лупана, урсана, олеанана, гопана, фриделина) и стероидные гликозиды (близкие по свойствам сердечным гликозидам), которые отличаются друг от друга по свойствам [23]. Некоторые авторы выделяют также третью группу – стероидные амины или стероидные алкалоиды [18].

Тритерпеновые сапонины распространены в природе гораздо шире стероидных и типичны для более, чем 150 родов растений. Наибольшее количество растений, содержащих тритерпеновые сапонины, встречается в семействах Аралиевых (*Araliaceae*), Гвоздичных (*Caryophyllaceae*), Синюховых (*Polemoniaceae*), Бобовых (*Fabaceae*), Истодовых (*Polygalaceae*), Сложноцветных (*Asteraceae*), Губоцветных (*Lamiaceae*). Стероидные сапонины содержатся в растениях семейств Диоскорейных (*Dioscoreaceae*), Лилейных (*Liliaceae*), Норичниковых (*Scrophulariaceae*), Парнолистниковых (*Zygophyllaceae*), Лютиковых (*Ranunculaceae*), Амариллисовых (*Amaryllidaceae*).

Сапонины в растениях могут находиться в различных их частях: почках, коре, листьях, цветках и соцветиях, плодах и семенах, корнях, корневищах, клубнях и луковицах, их количество может меняться в зависимости от периода вегетации [24]. Накопление и образование сапонинов представляет собой активный процесс, зависящий не только от фазы растения, но и от многочисленных обстоятельств окружающей среды. Важными факторами являются: температура, объем выпадающих осадков, влияние географической долготы, а также высота над уровнем моря [25].

Наибольшее количество сапонинов локализуется: в траве (астрагал шерстистоцветковый – *Astragalus dasyanthus*, хвощ полевой – *Equisetum arvense*, якорцы стелющиеся – *Tribulus terrestris*); листьях (отосифон тычиночный – *Orthosiphon stamineus*); семенах (конский каштан – *Aesculus hippocastanum*); подземных частях (диоскорея nipпонская – *Dioscorea nipponica*, синюха голубая – *Polemonium caeruleum*, заманиха высокая – *Oplopanax elatus*, солодка голая – *Glycyrrhiza glabra*, женьшень – *Panax ginseng*) [7, 12, 14, 15, 17, 20].

Тритерпеновый сапонин солодки, известный как глицирризин, широко применяется в медицине [10]. Это соединение обладает противовирусной активностью и используется при лечении гепатита. Глицирризин также активен в отношении иммуносупрессирующих вирусов и атипичной пневмонии и, обладает противовоспалительным, иммуномодулирующим действием и противоязвенной активностью [23].

Авицины (авицин D) представляют собой тритерпеновые сапонины из австралийского пустынного дерева акация Виктории (*Acacia victoriae*), обладающие противоопухолевой активностью и используемые при лечении онкологических заболеваний. Авицины оказывают ряд физиологических эффектов на клетки млекопитающих, включая индукцию апоптоза, подавление воспалительных реакций, ингибирование клеточной пролиферации и предотвращение мутагенеза, вызванного токсинами окружающей среды.

Была изучена противоопухолевая активность соевых сапонинов – гинзенозидов, сайкозапонина, диосгенина и глицирризиновой кислоты. В частности, в последние годы был изучен потенциал сапонинов сои в качестве антиканцерогенных веществ. Также исследована противоопухолевая активность сапонина женьшеня. Изучение взаимосвязи между химической структурой агликонов и противоопухолевой активностью соевых сапонинов в толстой кишке показало, что соевые сапогенолы более биологически активны, чем гликозидные сапонины. Другие агликоны, обладающие противоопухолевой активностью, включают даммаранезапогенины из женьшеня, бетулиновую кислоту и олеаноловую кислоту. Гинзенозиды, содержащиеся в женьшене, также обладают множеством фармакологических свойств, включая иммуномодулирующую и неврологическую активность.

Опытным путем было доказано свойство некоторых сапонинов снижать уровень холестерина в организме [19]. Для этих целей в рацион животных вводили очищенные сапонины или концентриро-

ванные экстракты сапонинов, содержащие дигитонин (сапонин из наперстянки пурпурной), сайкосапонин (сапонины из володушки серповидной и родственных растений) и сапонины из мыльнянки, сои, нута, юкки, люцерны, пажитника, квиллаи, гипсофилы и чеснока. Опытным путем установлено снижение концентрации холестерина.

Установлено, что постоянный прием стероидных гликозидов из семян пажитника (*Trigonella foenum-graecum*), также способствует снижению общего холестерина и его эфиров в плазме крови [23, 29]. Было показано, что при этом около 60% стероидных гликозидов в пищеварительном тракте животных подвергается гидролизу с образованием свободных сапогенинов, которые также участвуют в связывании холестерина, снижении концентрации холестерина печени и увеличении превращения холестерина в желчные кислоты.

В экспериментальных условиях также установлена антигипоксическая и противодиабетическая активность плодов и побегов водяники (шикши) и ее гепатопротекторные свойства [12].

Также в эксперименте оценивались эффекты добавления сапонинсодержащего кормового ингредиента, изготовленного из очищенного экстракта юкки (*Yucca schidigera*), на производительность, здоровье и физиологические реакции у крупного рогатого скота. В результате установлено, что введение в рацион добавки в дозе 2 г/животное в день повышает производительность и благоприятно сказывается при лечении животных с респираторным синдромом. При этом введение данной кормовой добавки улучшило выработку антител при вакцинации против респираторно-синцитиальной инфекции у крупного рогатого скота [22].

Проведены исследования по изучению препарата на основе корня шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*). Установлено, что его применение телятам подсосного периода сокращает продолжительность диареи и замедляет заболеваемость. Отмечено, что, хотя байкалин в дозе 10 мг/кг живой массы в сутки и оказывает заметное влияние на антиоксидантные, противовоспалительные и иммунные функции крови, необходимы дополнительные исследования для изучения оптимальной дозы и ее действия на переваривание корма и физиологическое состояние пищеварительного аппарата телят [26].

Для стероидных гликозидов показана антиоксидантная активность, в частности для фураностаноловых гликозидов, которые были использованы для криоконсервации спермы сельскохозяйственных животных. Было показано, что гликозиды ряда фураностана снижают перекисное окисление липидов на 9–15 % и увеличивают подвижность сперматозоидов после размораживания на 40 % [1].

Большое количество сапонинов проявляют выраженное желчегонное, противоязвенное, антацидное, вяжущее, адсорбирующее, слабительное и ветрогонное действия, что позволяет использовать препараты на их основе при лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритов, метеоризме, дискинезии желчевыводящих путей.

В качестве слабительных препаратов можно применять сапонинсодержащие средства растительного происхождения, например из коры крушины ломкой (*Cortex Frangulae Alni*) и стальника полевого (*Ononis arvensis*), стимулирующие рецепторы слизистой оболочки кишечника.

Было обнаружено, что экстракт из цветков календулы (*Calendula officinalis*) проявляет гипогликемический эффект, ингибирующую активность опорожнения желудка и гастропротекторную функцию [23]. При этом изучены защитные эффекты сапонинов типа олеаноловой кислоты и их производных на иммунологическое повреждение печени. Олеаноловая кислота проявляла как гепатопротекторное действие, так и слабую гепатотоксичность. В качестве тестовых образцов были использованы сапонины, выделенные из *Dumasia truncata*.

Побеги хвоща полевого спорового (*Equisetum arvense*) и листья ортосифона тычиночного (*Orthosiphon staminei*) содержат урсан, оказывающие мочегонное действие и являющиеся основными компонентами препаратов растительного происхождения, усиливающими выделительную функцию почек.

Сапонин, содержащийся в экстракте из семян *Saponaria vaccaria* (тысячеголов испанский), может использоваться при лечении рака простаты и рака кишечника.

Наиболее важным свойством некоторых сапонинов является их способность вызывать разрушение эритроцитов [6, 23, 30]. Это свойство привело к развитию гемолитических способов обнаружения сапонинов в лекарственных препаратах и растительных экстрактах. Гемолитические свойства связаны как правило с взаимодействием между сапонинами и стеринами мембраны эритроцита, что приводит к увеличению ее проницаемости. Установлено, что сапонины синюхи (*Polemonium caeruleum*) обладают высокой гемолитической активностью. В исследованиях оценивали гемолитическую активность сапонинов *Astragalus membranaceus* (астрагала перепончатого) и его адьювантные потенциалы. Результаты показывают, что сапонины из данного растения можно безопасно использовать в

качестве адъюванта с низким или негемолитическим эффектом. При этом доказано, что тритерпеновые сапонины (эсцин) из плодов конского каштана (*Aesculus hippocastanum*) обладают венотонизирующим и антитромботическим действием.

Горькие сапонины псевдозерновой культуры киноа (квиноа, *Chenopodium quinoa*) оказывают различное воздействие на организм: в высоких дозировках они являются токсичными для кровеносной системы, разрушая мембрану эритроцитов и вызывая потерю гемоглобина. Полезные свойства сапонинов квиноа заключаются в иммуностимулирующих, антибактериальных, противогрибковых, противовоспалительных и противоопухолевых действиях [8].

Итальянская компания «MONGE» выпустила линейку сухих кормов для собак («Vetsolution Dog Diabetic»), содержащий пажитник сенной для профилактики набора избыточной массы тела и нарушения обмена веществ, а также для питания животных, страдающих сахарным диабетом [9].

Выявлено адаптогенное и гипогликемическое действие сапонинов из корнеплодов растения *Beta vulgaris* L. (сахарная свекла) [23, 29, 30].

Виды астрагала богаты тритерпеновыми гликозидами циклоартанового типа, которые обладают разнообразной биологической активностью. В работе [16] проведена фитохимическая оценка *Astragalus glycyphyllos* L. (астрагала сладколистного), проявляющего успокаивающее, гипотензивное, сосудорасширяющее, кардиотоническое, диуретическое и другие действия.

Многие из сапонинов обладают антимикробной и противогрибковой активностью и поэтому могут играть важную роль в борьбе с соответствующими антигенами [2, 23, 29]. Оценена отличная фунгицидная активность сапонинов киноа (*Chenopodium quinoa*) [8], а также влияние метанольного экстракта из выжимок семян камелии масличной (*Camellia oleifera*) [23].

Исследование антимикробной активности этанольного и водного экстрактов, показало, что этанольный экстракт околоплодника мыльного дерева (*Sapindus mukorossi*) проявлял более выраженную антибактериальную активность в отношении *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, чем водный экстракт [3]. Этанольный экстракт показал противогрибковую активность против *Aspergillus fumigates* и *Aspergillus niger*.

Широко известная иммуностимулирующая активность сапонинов проявляется и в их способности дезактивировать вирусы. Антивирусная активность установлена для целого ряда сапонинов и их генинов в отношении многих патогенных для человека вирусов, в том числе и для вируса иммунодефицита человека [2, 23, 30]. Антивирусную активность тритерпеновые сапонины проявляют и против вирусов, поражающих растения. Токсичное действие тритерпеновых сапонинов выявлено и в отношении простейших. Это свойство сапонинов может быть использовано для лечения протозойных инфекций у животных.

Сапонины нашли свое применение и при изготовлении вакцин [27]. В этой связи сапонины из южноамериканского дерева квиллайи мыльной (*Quillaja saponaria* Molina) известны как мощные иммуностимуляторы с уникальной адъювантной активностью. Частично очищенные экстракты коры, особенно Quil A, используются в ветеринарных вакцинах. Химическая характеристика водных экстрактов коры, листьев и ветвей фракции сапонины, полученной из *Quillaja brasiliensis*, демонстрирует удивительное сходство с сапонинами *Quillaja saponaria*. Результаты исследования показали, что сапонины из *Q. brasiliensis* также являются потенциальными кандидатами в качестве адъювантов в вакцинах.

Иммуностимуляторы сапонинового ряда, в частности асгипан-иммуно+, полученные из экстракта конского каштана (*Aesculus hippocastanum*), используются в ветеринарной практике для вакцинации против гриппа, ньюкаслской болезни и эймериоза птиц [13].

При введении таурозида Sx1 мышам, инфицированным вирусом гриппа, увеличивалась выживаемость лабораторных животных, а также усиливалась иммунопотенцирующее действие субъединичной гриппозной вакцины. Также было установлено снижение тяжести протекания респираторных инфекций вирусной и грибковой этиологии. Исследования гистологические изменений в селезенке позволили сделать вывод, что введение сапонины таурозида Sx1 положительно влияет на функциональную активность органа. Это выражалось в увеличении площади белой пульпы селезенки за счет увеличения размеров лимфоидных узелков и их герминативных центров [4, 5, 11, 21].

Изучена токсичность сапонинов в отношении насекомых (инсектицидная активность), гельминтов (антигельминтная активность), моллюсков (моллюскоцидная активность) и рыб (ихтиоцидная активность). У холоднокровных организмов сапонины нарушают дыхательную функцию и нарушают работу жаберного аппарата, что можно использовать при ловле рыбы [23, 30]. Моллюскоцидным свойством обладают стероидные гликозиды комнатного растения рода *Dracaena*, которые в концентрации

5 м.д. вызывали 100%-ную гибель улиток *Bulinus globosus*, *B. forskalii*, *Biomphalaria pfeifferi* в течение 3 ч [23].

По мнению некоторых авторов, механизм патогенетического воздействия растительных сапонинов в отношении яиц и личинок гельминтов не действует [29]. Изучая биологические свойства растительного сапонины *DAB 9/10*, химически синтезированного, выявлено, что рабочие водные его растворы от 0,01%-ной до 10%-ной концентрации не влияют на жизнедеятельность яиц возбудителя токсокароза [23, 30].

Токсичность сапонинов для теплокровных животных зависит от источника, состава и концентрации этих соединений. Результаты исследований *in vivo* на крысах, мышах и кроликах показали, что сапонины не всасываются в пищеварительном тракте, а ферментативно гидролизуются до сапогенинов, что было указано ранее.

Сапонины *Algiox*, *Sapanox* и *Pangisan* выделенные из корней растений *Allochrusa gypsophiloides* (аллохруза качимовидная), *Saponaria officinalis* (мыльнянка лекарственная) и *Gypsophila paniculata* (качим метельчатый), показали низкую токсичность при проведении экспериментальных исследований с участием грызунов, цыплят и куриных эмбрионов.

Нами проведено исследование по изучению препарата «Глицивир» – производного глицирризиновой кислоты при острой респираторной вирусной инфекции у цыплят-бройлеров [28]. В результате установлено, что применение глицивира снижало интенсивность альтеративных и экссудативных явлений, усиливало пролиферативные процессы в органах дыхания, уменьшало степень проявления ДВС-синдрома в сосудах микроциркуляторного русла, а также морфологических признаков интоксикации организма цыплят-бройлеров (зернистая мелкокапельная жировая дистрофия гепатоцитов печени, белково-некротический некроз). Под влиянием глицивира происходило достоверное увеличение массы, длины и ширины долек, массы бursy Фабрициуса и селезенки цыплят-бройлеров опытной группы, что является признаком усиления лимфопролиферативных процессов. Анализ данных ОТ-ПЦР показал, что выпаивание глицивира цыплятам-бройлерам в 29-38-дневном возрасте в значительной степени уменьшает концентрацию РНК вируса инфекционного бронхита (ИБК) и реовируса в трахее и слепо-кишечных миндалинах, а также генетического материала вируса инфекционной бурсальной болезни (ИББ) в цекальных миндалинах. Таким образом, глицивир оказывает ингибирующее влияние на репликацию указанных вирусов в исследуемых органах, и, тем самым, снижает степень клинического проявления ИББ, ИБК и реовирусной инфекции.

Заключение

На сегодняшний день лекарственные растения, которые содержат сапонины, изучены не до конца. В связи с этим поиск новых источников содержания сапонинов, особенно из местных видов растительного сырья, разработка методов их получения и выявление биологической активности является весьма актуальной проблемой для химической, фармацевтической отраслей и ветеринарной медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутова, С. Н. Перспективы использования сапонинов в пищевой и косметической промышленности (обзор) / С. Н. Бутова, В. А. Сальникова // Вестник РАЕН. – 2015. – Т. 15, № 1. – С. 82–84.
2. Возможности использования моделей экспериментальной грибковой и вирусной инфекции для изучения влияния введения сапонины таурозиды Sx1 на гистологические изменения ткани печени / В. Ю. Малыгина, М. А. Кирсанова, О. Н. Мясникова, Ю. Л. Криворутченко [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2024. – Т. 26. – С. 39–43.
3. Дятлова, А. П. Исследование содержания сапонинов в растениях Новгородской области, перспективных для производства косметической продукции / А. П. Дятлова // Дни науки и инноваций НовГУ: сборник статей студентов и молодых ученых. В 4 частях. – Великий Новгород: Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, 2023. – С. 158–163.
4. Зависимость протективного действия таурозиды Sx1 от доз, способа и схем введения сапонины при экспериментальном гриппе у мышей / В. Ю. Малыгина, И. Б. Андроновская, Ю. Л. Криворутченко, В. И. Гришкoveц // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2012. – Т. 2, № 1-2(5-6). – С. 98–102.
5. Комиссарова, В. В. Влияние перорального применения сапонины таурозиды Sx1 на селезенку мышей, зараженных гриппом / В. В. Комиссарова // Теоретические и практические аспекты современной медицины : сборник материалов 95-й Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой десятилетию науки и технологий в России, Симферополь, 06 апреля 2023 года. – Симферополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» (Медицинская академия имени С. И. Георгиевского – структурное подразделение), 2023. – С. 147–149.
6. Кувардин, Н. В. Влияние сверхмалых доз раствора сапонинов на состояние мембран эритроцитов / Н. В. Кувардин // Актуальные проблемы химической науки, практики и образования : сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 частях, Курск, 19–21 мая 2009 года / ответственный редактор Ф.Ф. Ниязи. Том часть 1. – Курск: Курский государственный технический университет, 2009. – С. 122–125.
7. Нгуен, Т. Н. Изучение сапонинов корней соломоцвета двузубого / Т. Н. Нгуен, М. Г. Ожигова // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2018. – № 3(24). – С. 148–151.

8. Орлова, Т. В. Сапонины квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd): строение, очистка, биоактивная роль и применение в пищевой промышленности. Обзор / Т. В. Орлова // Ползуновский вестник. – 2020. – № 3. – С. 16-23. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.003.
9. Официальный сайт компании «Monge» в России. URL: <https://monge.ru/>. Дата обращения: 27.01.2025 г.
10. Патент № 2203285 С2 Российская Федерация, МПК C07J 63/00, A61K 31/704. Сапонин глицирретовой кислоты, обладающий противоязвенной активностью: № 2001108619/04: заявл. 30.03.2001: опубл. 27.04.2003 / Р. М. Кондратенко, С. Р. Мустафина, Л. А. Балтина, Н. Г. Васильева [и др.]; заявитель Институт органической химии Уфимского научного центра РАН, Башкирский государственный аграрный университет.
11. Патологические изменения селезенки у мышей, заражённых гриппом, на фоне применения сапонина таурозиды Sx1 / В. Ю. Малыгина, Т. П. Сатаева, Т. П. Макашиш, М. А. Кальфа [и др.] // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 228-238. – DOI 10.29413/ABS.2023-8.1.23.
12. Пономарчук, С. Г. Изучение содержания экстрактивных веществ и тритерпеновых сапонинов в сырье шикши черной / С. Г. Пономарчук, А. Ю. Маняхин // Дальневосточный медицинский журнал. – 2024. – № 3. – С. 53-59. – DOI 10.35177/1994-5191-2024-3-9.
13. Разработка и лабораторное получение вирусоподобных иммуностимулирующих комплексов на основе сапонинов, оценка их адъювантных свойств при иммунизации мышей гриппозными антигенами / В. А. Евсеев, А. С. Гудымо, Н. В. Данильченко, С. В. Святченко [и др.] // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2022. – Т. 22, № 2. – С. 170-186. – DOI 10.30895/2221-996X-2022-22-2-170-186.
14. Сальникова, Н. А. Содержание сапонинов в плодах *Amorpha fruticosa*, произрастающей на территории Астраханской области / Н. А. Сальникова, Т. С. Полухина // Прикаспийский вестник медицины и фармации. – 2020. – Т. 1, № 1. – С. 31–36. – DOI 10.17021/2020.1.1.31.36.
15. Сальникова, Н. А. Химический состав и фармакологические свойства растений рода *Gleditsia* L. (обзор литературы) / Н. А. Сальникова, М. А. Самоутруева, Д. А. Коновалов // Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье. – 2019. – № 3. – С. 87–96. – DOI 10.21626/vestnik/2019/3/12.
16. Сапонины / Н. В. Мироненко, В. Ф. Селеменев, В. Г. Артюхов, И. А. Лавриненко. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2019. – 205 с.
17. Сапонины и их определение в корневищах аралии маньчжурской в условиях Белгородской области / Д. И. Писарев, Н. А. Мартынова, Н. Н. Нетребенко, О. О. Новиков [и др.] // Химия растительного сырья. – 2009. – № 4. – С. 197–198.
18. Сапонины: классификация, биологические свойства и перспективы использования в медицине / Е. Е. Курдюков, Ю. А. Селезнева, А. В. Митишев, К. А. Фриндак [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 9(147). – DOI 10.60797/IRJ.2024.147.2.
19. Смусева, О. Н. Анализ потребления лекарственных средств при лечении стенокардии / О. Н. Смусева, О. В. Шаталова, Ю. В. Соловкина // Сибирский медицинский журнал (г. Томск). – 2012. – Т. 27, № 4. – С. 79–82.
20. Спектрофотометрическое определение суммы сапонинов в плодах дерезы китайской *Lycium chinense* mill / Я. П. Моисеев, Е. Е. Курдюков, А. В. Митишев, О. А. Водопьянова [и др.] // Химия растительного сырья. – 2021. – № 2. – С. 123-128. – DOI 10.14258/jcprm.2021028771.
21. Сравнение влияния перорального введения сапонина таурозиды Sx1 на выработку антител при иммунизации различными противогриппозными вакцинами / В. Ю. Малыгина, И. Б. Андроновская, Ю. Л. Криворутченко, В. И. Гришковец // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2018. – Т. 4 (70), № 3. – С. 125–133.
22. Тенденции и перспективы научных исследований в области извлечения, анализа и применения гликозидных соединений пентациклического и тетрациклического ряда. (Обзор) / С. О. Смусева, Н. В. Мироненко, А. О. Чиглакова, В. Ф. Селеменев // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация, 2020, № 1. – С. 18–28.
23. Фаттахова, Г. А. Сапонины как биологически активные вещества растительного происхождения / Г. А. Фаттахова, А. В. Канарский // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 3. – С. 196–202.
24. Федосеева, Л. М. Изучение сапонинов в подземных органах ферулы хермонской / Л. М. Федосеева, Б. Б. Дали // Химия растительного сырья. – 2016. – № 1. – С. 181–184. – DOI 10.14258/jcprm.201601122.
25. Шадрин, Д. М. Распространение, классификация, методы обнаружения и выделения сапонинов из растительного сырья и их биологическая активность / Д. М. Шадрин, И. Ф. Чадин // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. – 2010. – № 1. – С. 15–23.
26. Шпак, Е. А. Сапонины – действующие вещества лекарственного растительного сырья, обладающие общетонизирующим действием на организм / Е. А. Шпак, Е. В. Герасимова // Наукосфера. – 2023. – № 7-2. – С. 35–39.
27. Экспериментальная иммунизация животных гриппозными антигенами, адъювантированными интраназальными и парентеральными препаратами на основе сапонинов / В. А. Евсеев, А. Г. Дурыманов, А. С. Гудымо, А. С. Гудымо, Н. В. Данильченко [и др.] // Современная иммунопрофилактика: вызовы, возможности, перспективы : сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 07–08 октября 2021 года / под редакцией В.Г. Акимкина. – Москва: Федеральное бюджетное учреждение науки «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – С. 28–29.
28. Эффективность применения глицивира цыплятам-бройлерам в производственных условиях / И. Н. Громов, М. А. Реутенко, В. В. Фоменко, Н.Ф. Салахутдинов [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2023. – С. 39–46.
29. Jean-Paul Vincken, Lynn Heng, Aede de Groot, Harry Gruppen. 2007. Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry*. Vol. 68, Issue 3. P. 275–297.
30. Sauvaire, Yves Baissac, Y. Leconte, O. Petit, P. and Ribes, G. 1996. Saponins Used in Food and Agriculture. Vol. 405, p. 37.