

Строение и классификация сапонинов растительного происхождения Сапонины относятся к гликозидам, производным стероидов и тритерпеноидов, обладающих гемолитической активностью и токсичностью для холоднокровных животных. 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-галактуроновая кислоты [1]. Сапонины в зависимости от вида сапогенина делят на две группы: тритерпеновые и стероидные гликозиды, которые отличаются друг от друга по свойствам. В основе агликоновой части сапонинов лежит циклопентанопергидрофенантрен, образованный циклически соединенных (три кольца шестичленные и одно - пятичленное). Циклопентанопергидрофенантрен

Тритерпеновые сапонины содержат 30 атомов углерода и в зависимости от числа карбоциклов подразделяются как тетрациклические и пентациклические. Тетрациклические тритерпеновые сапонины условно делят на группы: производные даммарана, циклоартана, ланостана, кукурбитана и др. [2]. Даммаран Циклоартан Ланостан Кукурбитан Производные даммарана легко окисляются до панаксадиола и панаксатриола. Панаксадиол Панаксатриол К производным циклоартана относятся таликтозиды, циклофозтозиды, скваррозиды, бизиозиды, шенгманол, цимигенол, дагуринол, выделенные из растений сем. Ranunculaceae; астрагалозиды, орбикозиды и абрузозиды (сем. Fabaceae); квадрангулозид и пассифлорин (сем. Chenopodiaceae). Ланостановые производные содержатся не только в растениях, но и в грибах и организмах морских животных. В растениях обнаружены сцилласапонины разного состава и строения, например в *Muscari pasadouxii* выявлено три вида сцилласапонин E [3], сцилласапонин F [4] и сцилласапонин G [5]: Сцилласапонин E Сцилласапонин F Сцилласапонин G Производные кукурбитана встречаются в растениях, грибах и морских моллюсках [6]. Пентациклические тритерпеновые сапонины представлены производными лупана, урсана, олеанана, гопана, фриделина и др. Лупан Урсан Олеанан Фриделин К производным лупана относятся лупеол, бетулин и бетулиновая кислота, содержание которых отмечено в люпине желтом, омеле белой, ольхе клейкой и представителях древесных растений сем. Betulaceae [7]. Урсан является основой α -амирина, который встречается в растениях сем. Rosaceae. Наиболее важный представитель производных урсана - урсоловая кислота, которая обнаружена во многих растениях в виде гликозида или свободного агликона. Карбоскелет олеанана лежит в основе β -амирина, который определяет строение олеанановой, глицерритиновой, глицирризиновой и примуловой кислот, эсцина. Таким образом, отличительным признаком тритерпеновых сапонинов является наличие двух метильных радикалов в положении C4 первого карбоцикла. У их производных в качестве функциональных групп встречаются гидроксильные, карбоксильные,

альдегидные, карбонильные и эфирные группы. Стероидные сапонины также являются производными циклопентанопергидрофенантрена и относятся к С27-стеролам, в отличие от тритерпеновых сапонинов в положении С16-С17 имеют спиростановую или фуростановую группу. Диосгенин, содержащийся в корневищах диоскореи nipпонской и других видов диоскореи, якорцах стелющихся и пажитнике сенном, часто используется для синтеза стероидных гормонов [8, 9]. Диосгенин (спиростановый тип) Диосгенин (фуростановый тип) К стероидным сапонином относятся также триллин, диосцин, грациллин, протодиосцин и др. [10]. Из вышеизложенного следует, что сапонины имеют разнообразный состав и сложное строение молекул и это затрудняет их идентификацию как индивидуальных веществ. Растительное сырье, содержащее сапонины Биологически активные вещества могут находиться в разных частях растений: почках, коре, листьях, цветках и соцветиях, плодах и семенах, корнях, корневищах, клубнях и луковицах, их количество может меняться в зависимости от периода вегетации. Тритерпеновые сапонины - производные даммарана содержатся в листьях березы повислой (*Betula pendula* Roth.) сем. Betulaceae до 3,2 % [11], в эфирном масле полученном при перегонке березовых почек с водяным паром обнаружен бетулен [10]. В коре калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) сем. Caprifoliaceae содержится до 7 % тритерпеновых сапонинов [10]. Отмечено содержание сапонинов в траве многолетнего дикорастущего растения сем. Fabaceae термопсисе ланцетном (*Thermopsis lanceolata* R. Br.), заготавливаемой до цветения [10, 11, 12], а также в коре ипекакуаны обыкновенной (*Cephaelis ipescacuanha* Willd.) маленького вечнозеленого кустарника сем. Rubiaceae, произрастающего в Бразилии, Индии и Индонезии [13]. В листьях мяты перечной (*Mentha piperita* L.) сем. Lamiaceae, полученной в результате скрещивания мяты водяной и мяты колосовой, содержатся урсоловая и олеаноловая кислоты [11] до 0,5 % [10]. Наличие урсоловой и олеаноловой кислот отмечается и в листьях полукустарника шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.) сем. Lamiaceae [10, 11]. В верхней части цветущего растения пустырника сердечного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) сем. Lamiaceae также установлено содержание сапонинов и других биологически активных веществ [10, 11, 12]. Содержание урсоловой кислоты отмечено в листьях толокнянки обыкновенной (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng) (0,4 - 0,7 %), листьях брусники (*Vaccinium vitis idaea* L.) представителях сем. Ericaceae [10, 11, 12]. Урсоловая и олеаноловая кислоты входят в состав травы тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum* L.) сем. Lamiaceae [10, 11, 13] и листьев черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) сем. Ericaceae [10, 12], собранных во время цветения. В траве многолетнего спорового травянистого растения хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) сем. Equisetaceae содержится до 5 % эквизетонина [10, 11, 13, 14]. Основным действующим компонентом куколя (*Agrostemma githago* L.), представителя сем. Cariofillaceae является гитагин, который откладывается в

семенах растения, количество сапонины может достигать до 6 % [14].

Тритерпеновые сапонины выделены из листьев и верхушечных олиственных побегов ортосифона тычиночного (*Orhtosiphon stamineus benth*), вечнозеленого полукустарника сем. *Lamiaceae* [13], содержание которых колеблется в пределах 3 % [10, 15]; травы астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus* Pall.) [13] и астрагала эспарцетного (*A. onobrychis* L.), произрастающего в Предкавказье [14], растений сем. *Fabaceae*. Сапонины содержатся в листьях мать-и-мачехи (*Tussilago farfara* L.) сем. *Asteraceae* [10, 11, 12, 13], траве горицвета весеннего (*Adonis vernalis* L.) многолетнего растения сем. *Ranunculaceae* [10, 12, 13], в траве чистотела большого (*Chelidonium majus* L.) ядовитого растения сем. *Papaveraceae* [10, 11, 13], в наземной части вероники лекарственной (*Veronica officinalis* L.) сем. *Scrophulariaceae*, собранной во время цветения [11]. Обнаружены сапонины в листьях подорожника ланцетолистного (*Plantago lanceolata* L.) сем. *Plantaginaceae* [11] и в траве фиалки трехцветной (*Viola tricolor* L.) двухлетнего растения сем. *Violaceae* [10, 11, 12, 13]. В плодах вечнозеленого полукустарничка клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) сем. *Ericaceae* содержатся хинная, урсоловая и олеаноловая кислоты [11]. В траве вечнозеленого ветвистого кустарника сем. *Ericaceae* вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) [11], в плодах расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.) Gaerth.) одно-двухлетнего травянистого растения сем. *Asteraceae* [10], в корневищах и корнях девясила высокого (*Inula helenium* L.) многолетнего растения сем. *Asteraceae* [12, 13] содержатся сапонины. Олеаноловая и урсоловая кислоты содержатся в листьях и верхушках побегов мягкопушеного растения с лимонным запахом мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.) сем. *Lamiaceae* [11]; в траве омелы белой (*Viscum album* L.) паразитирующего вечнозеленого растения сем. *Loranthaceae* [13]. Урсоловая кислота обнаружена в листьях вечнозеленых кустарников олеандра обыкновенного (*Nerium oleander* L.) сем. *Aposynaceae* и листьях рододендрона понтийского (*Rhododendron ponticum* L.) сем. *Ericaceae* [11]. Олеаноловая кислота выявлена в траве двухлетнего травянистого растения сем. *Gentianaceae* золототысячника малого (*Centaureum erythrea* Rafn.) [11], а также в корнях одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinalis* Wigg.) сем. *Asteraceae* [13]. Семена конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) дерева сем. *Hippocastanaceae* содержат тритерпеновый сапонин эсцин [11, 12, 13], агликоном которого является эсцигенин [22], широко применяемый в сосудистой медицине. Олеаноловая и глюкуроновая кислоты содержатся в цветках культивируемого однолетнего растения календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) сем. *Asteraceae* [10]. Сапонины входят в состав цветков липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) дерева сем. *Tiliaceae* [11, 13], листьев кирказона ломоносовидного (*Aristolochia clematitis* L.) голого травянистого растения сем. *Aristolochiaceae* [11], семян строфанта (*Strophanthus*) тропической древовидной лианы сем. *Aposynaceae* [13], корневищ

и корней василистника малого (*Thalictrum minus* L.) и травы василистника вонючего (*T. foetidum* L.), представителей сем. Ranunculaceae [12]. В надземной части ландыша майского (*Convallaria majalis* L.) сем. Liliaceae обнаружены стероидные сапонины - конваллорин и конваллориновая кислота [13], в подземной части откладывается сапонария-сапонин (до 5 %) [16]. К сапонинсодержащим растениям относятся пролеска однолетняя (*Mercurialis annua* L.) двудомное растение сем. Euphorbiaceae, каперцы (*Capparis* L.) сем. Capparidaceae, морозник (*Helleborus* L.) многолетнее растение сем. Ranunculaceae [14]. Урсоловая и олеаноловая кислоты содержатся в плодах древесных растений сем. Rosaceae боярышника кроваво-красного (*Crataegus sanguinea* Pall.) [10, 11, 13], как показали исследования, их количество может достигать до 6,3 % [17] и рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) в количестве 1,8 - 1,9 % [10]. Столбики с рыльцами кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.) однолетнего культивируемого растения сем. Poaceae содержат сапонины [12, 13] в пределах 3 % [10]. Богатым источником биологически активных веществ является лекарственное сырье облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.), кустарнике сем. Elaeagnaceae. В свежесобранных плодах облепихи крушиновидной содержится 0,2 - 1,2 % тритерпеновых кислот. Тритерпеновые сапонины содержатся в траве володушки многожилчатой сем. Apiaceae до 10 %, в листьях белокопытника гибридного сем. до 2 % [10], в корневищах лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.) сем. Rosaceae тритерпеновый сапонин - терментол [11], в траве зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) многолетнего растения сем. Hypericaceae [12]. В листьях однолетнего растения паслен черный (*Solanum nigrum* L.) и в плодах перца стручкового (*Capsicum annuum* L.) представителей сем. Solanaceae обнаружены стероидные сапонины [11]. Травянистое растение синяка обыкновенного (*Echium vulgare* L.) сем. Boraginaceae, надземная часть володушки золотистой (*Burleum aureum* Fisch.) сем. Apiaceae, трава тропической лианы пассифлоры инкарнатной (*Passiflora incarnata* L.) растения сем. Passifloraceae [13], также содержат сапонины [11]. В коре цинхоны пушистой (*Cinchona pubescens* Vahl.) сем. Rubiaceae содержится хинная кислота – тритерпеновое соединение из группы амирина [10]. Стероидные сапонины содержатся в листьях всех видов юкки (*Yucca*) сем. Agavaceae до 10 %, в зеленых листьях многолетнего луковичного растения лука репчатого (*Allium cepa* L.) сем. Liliaceae [10], в листьях и семенах и семенах двухлетнего травянистого растения наперстянки красной (*Digitalis purpurea* L.) сем. Scrophulariaceae - дигитонин C₅₆H₉₂O₂₉, гитонин C₅₀H₈₂O₂₃, тигонин C₅₆H₉₂O₂₇ и их агликоны [11, 12, 13]. Трава аконита белоустого (*Aconitum leucostomum*) в отличие от аконита джунгарского (*A. soongoricum* Stapf) содержит сапонины. В надземной части датиски коноплевой (*Datisca cannabis* L.) представителя сем. Datisceae обнаружены α-амирин, олеаноловая кислота, эритродиол [10]. В корневищах многолетних двудомных лиан диоскорее nipponской (*Dioscorea caucasica* lipsky)

и диоскорее кавказской (*D. nipponika makina*), представителях сем. Dioscoreaceae содержится до 8 - 10 % стероидных сапонинов, из них 1 - 1,5 % диосцин, который при гидролизе высвобождает сапогенин диосгенин [10, 11, 13]. Биологические активные вещества и сапонины содержатся в клубнях зопника клубненосного (*Phlomis tuberosa* L.), листьях и однолетних побегах вечнозеленого кустарника розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.), цветах яснотки белой (*Lamium album* L.) представителей сем. Lamiaceae [11]. В травянистых растениях сем. Asteraceae обнаружены сапонины: в траве и цветочных корзинках кошачьей лапки двудомной (*Antennaria dioica* (L.) Gaerth.), в листьях и цветах маргаритки многолетней (*Bellis perennis* L.) [11]. Из корневищ и корней кустарника заманихи высокой (*Oplorhiza elatum* (Nakai) Nakai) сем. Aralaceae выделен комплекс из шести сапонинов - эхиноксозидов [10, 13], содержание которых колеблется в пределах 7 % [11]. В некоторых представителях сем. Caricaceae обнаружены различные сапонины. Например, в траве грыжника гладкого (*Herniaria glabra* L.) тритерпеновый сапонин, который при гидролизе расщепляется на квилайевую кислоту и моносахариды. Корни и корневища мыльнянки лекарственной (*Saponaria officinalis* L.) содержат до 20 % сапонинов, один из которых сапорубрин, при гидролизе образующий гипсогенин. В цветках двух видов гвоздик разноцветной и травяной (*D. versicolor* Fisch. и *D. deltoides* L.) также обнаружены сапонины [11], но их состав еще не достаточно изучен. Корневища, корни и молодые побеги многолетнего двудомного травянистого растения сем. Asparagaceae спаржи лекарственной (*Asparagus officinalis* L.) содержат сапонин, который при водном гидролизе образует сарсасапогенин C₂₇H₄₄O₃ [11]. В корнях и корневищах солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) многолетнего корнеотпрыскового травянистого растения сем. Fabaceae содержатся аммониевые и кальциевые соли глицирризиновой кислоты, содержание которых колеблется от 8 до 24 % [10, 11, 18]. В надземных частях также присутствуют тритерпеновые сапонины [13]. В корнях колючелистника качимовидного (*Acanthophyllum gispophiloides* Regel.) травянистого растения шаровидной формы сем. Caryophyllaceae накапливается до 30 % сапонинов, производных олеаноловой кислоты - гипсогенина [10]. В корнях, корневищах и траве истода тонколистного (*Polygala tenuifolia* Willd) многолетнего растения сем. Poligalaceae содержится 1 % и более сапонинов, сапогенином которых являются тениюгенин-А C₂₇H₄₀O₈ и тениюгенин-В C₃₀H₄₆O₈ [10, 11, 13]. Сапонины содержатся в растениях сем. Rosaceae. Их содержание обнаружено в листьях репешка обыкновенного (*Agrimonia eupatoria* L.) [11], в корневищах лапчатки прямостоячей (*Potentilla erecta* (L.) Rausch) [12]. В корнях первоцвета весеннего (*Primula veris* L.) сем. Primulaceae обнаружены тритерпеновые сапонины [12, 13], количество которых колеблется от 5 до 10 %, содержатся они в листьях (2 %) и цветках [11]. Все части многолетнего травянистого растения синюха голубая (*Polemonium caeruleum* L.) сем. Polemoniaceae содержат тритерпеновые сапонины

[11], большое количество которых накапливается в корнях однолетних и двулетних растений (до 20 %) [10]. Исследования химического состава корневищ аралии маньчжурской (*Aralia elata* (Mig.) Seem), кустарника сем. *Araliaceae* показали, что одним из компонентов являются тритерпеновые сапонины - аралозиды А, В, С [11, 13], агликоном которых является олеаноловая кислота [10, 19], причем ее количество колеблется в зависимости от мест произрастания. Так, согласно государственной фармакопее количество сапонинов в корневищах аралии маньчжурской составляет 5 % [20], тогда как в исследованных образцах из Белгородской области - 9,145 % [15]. В корнях женьшеня (*Panax ginseng* G.A. Mey), многолетнего травянистого растения сем. *Araliaceae*, произрастающего в дикой природе на территории Приморского края и введенного в культуру в некоторых регионах России, содержатся сапонины относящиеся к типу даммарана [10]. В частности, панакс ($C_{23}H_{38}O_{10}$), панаквиллон, панаксозиды А, В, С, D, Е, F [11, 13]. Стероидные сапонины содержатся в стеблях, корнях и семенах чайного куста китайского (*Thea sinensis* L.) сем. *Theaceae*, произрастающего в Краснодарском крае [11]. В корневищах многолетнего травянистого растения цимицифуги даурской (*Cimicifuga dahurica* (Turcz.) Maxim) сем. *Ranunculaceae* содержатся тритерпеновые сапонины [11, 13], в основе которых лежит скелет ланостина [10]. Из корней патринии средней (*Patrinia intermedia* Horn. Roem. Et Schult) сем. *Valerianaceae* выделены такие сапонины как патринин, олеаноловая кислота. В семенах этого растения содержатся патринозиды А, С, D, интерозид В [11]. В корневищах кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) многолетнего травянистого растения сем. *Rosaceae* содержатся сапонины [12] сангвисорбин и потерин до 4 % [10, 11, 13]. Содержание сапонинов выявлено в наземной и подземной части ветреницы лютиковой (*Arsenjevia baicalensis* (Turcz. ex Ledeb.) Holub), травянистого растения сем. *Ranunculaceae*, причем наибольшее количество сапонинов содержится в экстракте, полученном из подземной части растения (0,75 %), нежели в надземной (0,28 %) [21]. Таким образом, сапонины содержатся в разных частях растений в представителях семейств *Ranunculaceae*, *Valerianaceae*, *Rosaceae*, *Theaceae*, *Araliaceae*, *Polemoniaceae*, *Primulaceae*, *Poligalaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asparagaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Asteraceae* и др. Области применения сапонинов. Широкое применение сапонины находят в фармацевтической промышленности. На их основе приготавливают лекарственные средства разных групп действия. Такие препараты как *Inulae Helenii rhizomatum et radicibus extract*, *Altalex*, *Alcid B*, *Plantaglucidum*, *Plantaginis majoris folia*, *Species gastrointestinales*, *Vivaton* изготовленные из растительного сырья содержащего сапонины, применяются при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта. Химически активные вещества растений обуславливают противовоспалительное, антисептическое, седативное, спазмолитическое, желчегонное, противоязвенное, антацидное, вяжущее, адсорбирующее, слабительное и

ветрогонное действия, что позволяет использовать данные препараты при лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритов, метеоризме, дискинезии желчевыводящих путей [22]. В качестве слабительных препаратов используются сапонинсодержащие средства растительного происхождения *Cortex Frangulae Alni* и *Ononis arvensis*, химически стимулирующие рецепторы слизистой оболочки кишечника [23]. Побеги хвоща полевого спорового и листья ортосифона тычиночного содержат урсан, оказывающие мочегонное действие и являющиеся основными компонентами препаратов растительного происхождения, усиливающими выделительную функцию почек, таких как *Herba Equiseti* и *Folia Orthosiphoni staminei*. Сапонин, содержащийся в экстракте из семян *Saponaria vaccaria*, может использоваться при лечении рака простаты и рака кишечника [24, 43]. Тритерпеновые сапонины из плодов конского каштана обладают противовоспалительным, венотонизирующим и антитромбитическим действием. На их основе синтезируют *Escin* и *Aescusan*, рекомендуемые для лечения венозного застоя и расширения вен нижних конечностей, геморроя, язв голени, отека мозга [23]. *Polysponinum* и *Tribusponinum*, содержащие стероидные сапонины из корневищ и корней диоскореи nipпонской и травы якорцев стелющихся, применяют при лечении атеросклероза [23, 24]. Препараты растительного происхождения применяются при лечении заболеваний нервной системы. Водно-спиртовые извлечения из сырья лекарственных растений содержащих сапонины являются основным компонентов эликсиров общеукрепляющего и тонизирующего действия. В медицинской практике широко используются такие эликсиры как «Алтайский», «Демидовский», «Амрита» и «Эвалар», бальзам «Золотой дракон» [8]. В состав биологически активных добавок, поддерживающих иммунную систему, часто входят экстракты лекарственных сапонинсодержащих растений. Считается, что такие биологически активные добавки как Иммуные плюс, Полифит-М, шипучие таблетки Малиновый аромат, Бальзам Алексеевой (Фитомикс 40), Гипо-аллергин, Лимфосан антиаллергический, способны активизировать различные факторы неспецифической защиты, модулировать гуморальный и клеточный иммунные ответы [25, 42]. Аналоги тритерпеновых сапонинов, содержащиеся в растениях *Gypsophila*, *Saponaria* и *Acanthophyllum*, обладают адъювантным эффектом в гуморальном и клеточном иммунитете [26] и используются в вакцинах при заболеваниях ног и полости рта [2]. Иммуностимуляторы сапонинового ряда, в частности АСГИПАН-иммуно+, полученные из экстракта растения *Aesculus hippocastanum*, используются в ветеринарной практике для вакцинации против гриппа и кокцидиоза птиц, а также болезни Ньюкасла [27]. Для улучшения работы всех звеньев иммунной системы больных сахарным диабетом назначают растительные препараты из сапонинсодержащего сырья [28]. При лечении некоторых видов аллергии используют лекарственные средства растительного происхождения, которые оказывают лечебный эффект на кожу [41]. К таким

препаратам относятся Витаон, Glycyramum, Ломагерпан, Romazulan, содержащие экстракты мяты перечной и ромашки, травы чистотела, цветков ноготков и др. [29]. Лекарственные средства на основе сапонинов эхинацеи назначают больным насморком [30] и при кашле [31] без возрастных ограничений. Широкое применение нашли сапонины в косметических препаратах благодаря способности к пенообразованию. Экологически чистыми считаются шампуни и маски для кожи головы, в которых поверхностно-активные вещества частично или полностью заменены на сапонины растительного происхождения [32]. Одним из компонентов косметической продукции фирмы «Uriage» (Франция) является комплекс «Стерофлаван» состоящий из диосгенина (16 %), выделенного из растительного экстракта дикого яма, который замедляет старение кожи [33]. С давних времен сапонинсодержащие растения используются в качестве моющих средств. На их основе производят жидкие моющие средства и шампуни, синтетические порошки и твердые суррогатные мыла для мытья кожи рук и других частей тела [1, 19]. Сапонин, выделенный из Quillaja и Yucca tree, рекомендуется применять в производстве зубной пасты с содержанием биологически активного вещества до 10 % (по массе) [34, 35, 36, 37]. Используются сапонины в пищевой промышленности, хотя и применение их ограничено. Так сапонин, выделенный из коры южноамериканского дерева Quillaja, входит в состав безалкогольных напитков как пенообразующий компонент [2]. Применяются сапонины в производстве алкогольных пенных напитков и различных кондитерских изделий [38, 39, 40]. Таким образом, сапонинсодержащее сырье широко используется в фармацевтической, парафармацевтической и пищевой промышленности, косметике и производстве моющих средств