

### 2.1.3 Вторичные метаболиты растений

*Вторичные метаболиты растений: основные группы, распространение среди растений, биологическая активность.*

Многие растения синтезируют вещества, которые полезны для поддержания здоровья людей и животных. Большинство веществ — это вторичные метаболиты, из которых по меньшей мере 12000 изолированы — по оценкам, число, составляющее менее 10 % от общей величины. Во многих случаях эти вещества (в частности, алкалоиды) выступают в качестве защитных механизмов растений против микроорганизмов, насекомых и травоядных животных. Многие травы и специи, используемые людьми для приправы еды, содержат полезные химические соединения.

#### **Вещества вторичного метаболизма**

***Вещества вторичного синтеза*** образуются в растениях в результате диссимилиации.

***Диссимилиация*** - процесс распада веществ первичного синтеза до более простых веществ, сопровождающийся выделением энергии. Из этих простых веществ с затратой выделившейся энергии образуются вещества вторичного синтеза. Например, глюкоза (вещество первичного синтеза) распадается до уксусной кислоты, из которой синтезируется мевалоновая кислота и через ряд промежуточных продуктов - все терпены.

К веществам вторичного синтеза относятся терпены, гликозиды, фенольные соединения, алкалоиды. Все они участвуют в обмене веществ и выполняют определенные важные для растений функции.

Вещества вторичного синтеза применяются в медицинской практике значительно чаще и шире, чем вещества первичного синтеза.

Каждая группа веществ растений не является изолированной и неразрывно связана с другими группами биохимическими процессами. Например:

- большая часть фенольных соединений является гликозидами;
- горечи из класса терпенов являются гликозидами;
- растительные стероиды по происхождению являются терпенами, в то же время сердечные гликозиды, стероидные сапонины и стероидные алкалоиды являются гликозидами;
- каротиноиды, производные тетратерпенов, являются витаминами;
- моносахариды и олигосахариды входят в состав гликозидов.

Вещества первичного синтеза содержат все растения, вещества вторичного синтеза накапливают растения отдельных видов, родов, семейств.

Вторичные метаболиты образуются по преимуществу у вегетативно малоподвижных групп живых организмов - растений и грибов.

Роль продуктов вторичного метаболизма и причины их появления в той или иной систематической группе различны. В самой общей форме им приписывается адаптивное значение и в широком смысле защитные свойства.

В современной медицине продукты вторичного обмена применяются значительно шире и чаще, чем первичные метаболиты.

Это связано нередко с очень ярким фармакологическим эффектом и множественным воздействием на различные системы и органы человека и животных. Синтезируются они на основе первичных соединений и могут накапливаться либо в свободном виде, либо в ходе реакций обмена подвергаются гликозилированию, т. е. связываются с каким-либо сахаром.

**Алкалоиды** — азотсодержащие органические соединения основного характера, преимущественно растительного происхождения. Строение молекул алкалоидов весьма разнообразно и нередко довольно сложно.

Азот, как правило, располагается в гетероциклах, но иногда находится в боковой цепи. Чаще всего алкалоиды классифицируют на основе строения этих гетероциклов, либо в соответствии с их биогенетическими предшественниками - аминокислотами.

Выделяют следующие основные группы алкалоидов: пирролидиновые, пиридиновые, пиперидиновые, пирролизидиновые, хинолизидиновые, хиназолиновые, хинолиновые, изохинолиновые, индольные, дигидроиндольные (беталаины), имидазоловые, пуриновые, дитерпеновые, стероидные (гликоалкалоиды) и алкалоиды без гетероциклов (протоалкалоиды). Многие из алкалоидов обладают специфическим, часто уникальным физиологическим действием и широко используются в медицине. Некоторые алкалоиды - сильные яды (например, алкалоиды кураре).

**Алкалоиды** — азотсодержащие органические основания. В растениях находятся в разных частях, в большинстве случаев в форме солей органических кислот. Характеризуются высокой физиологической активностью, часто определяя ядовитое действие растений на организм человека. В малых дозах алкалоиды являются ценными лекарственными веществами: морфин, атропин, хинин, кофеин, кокаин, папаверин, стрихнин, пилокарпин, эфедрин, платифиллин, никотин, курарин, берберин, теобромин и др. Они используются для лечения многих заболеваний внутренних органов и некоторых нервных болезней. Из алкалоид-содержащих растений готовят отвары, настои, экстракты, порошки.

**Антраценпроизводные** — группа природных соединений желтой, оранжевой или красной окраски, в основе которых лежит структура антрацена. Они могут иметь различную степень окисленности среднего кольца (производные антрона, антранола и антрахинона) и структуру углеродного скелета (мономерные, димерные и конденсированные соединения). Большинство из них являются производными хризацина (1,8-дигидроксиантрахинона). Реже встречаются производные ализарина (1,2-дигидроксиантрахинона). В растениях производные антрацена могут находиться в свободном виде (агликоны) или в виде гликозидов (антрагликозиды).

К антраценпроизводным относятся природные соединения, в основе которых лежит ядро антрацена, окисленное по среднему кольцу до антранола, антрона, оксиантрона или антрахинона. Все природные антраценпроизводные содержат 2-3 гидроксильные группы. В зависимости от степени окисления среднего кольца их подразделяют на производные ализарина, антрахинона, антрона, антранола. Многие природные антраценпроизводные встречаются в виде гликозидов, реже в виде агликонов.

Большинство антраценпроизводных представляет собой кристаллические вещества, окрашенные в оранжевый или красный цвет. Гликозиды хорошо растворимы в воде. Некоторые антраценпроизводные встречаются в виде так называемых С-гликозидов, которые устойчивы к нагреванию, действию кислот, ферментов.

Антраценпроизводные не очень широко распространены в растительном мире. Они обнаружены у представителей семейств бобовых, крушиновых, мареновых, зверобойных, норичниковых и некоторых др. Обычно они накапливаются в плодах, коре, корнях, листьях в количестве 1—5 %.

Растения, содержащие антраценпроизводные, — кассия (сенна), ревень дланевидный, крушина ломкая, алоэ и другие — издавна применяют в качестве слабительных средств в виде отваров, настоек, экстрактов, чаев. Предполагают, что, попав в желудок, они всасываются в кровь, а затем выделяются через слизистые оболочки кишечника, вызывая их раздражение и усиливая перистальтику. Слабительное действие проявляется через 10—12 ч после приема.

Производные антрахинона неядовиты, но производные антранола оказывают побочное действие (кишечные колики). По этой причине растительное сырье, содержащее антранолы, предварительно прогревают в течение часа при 105 °С, в результате чего антранолы окисляются до антрахинонов (кора крушины). Антрахиноны, содержащиеся в корнях марены красильной, обладают нефролитическим действием, конденсированные производные антрацена травы зверобоя — антимикробным, они активны при вегетативных неврозах и оказывают фотосенсибилизирующее действие. Из листьев кассии изготавливают брикеты, таблетированные экстракты, комбинированные препараты (сеннаде, пурсенид и др.)

**Витанолиды** — группа фитостероидов, В настоящее время известно несколько рядов этого класса соединений. Витанолиды — это полиоксистероиды, у которых в положении 17 находится 6-членное лактонное кольцо, а в кольце А — кетогруппа у C<sub>1</sub>.

**Витанолиды** - это группа фитостероидов, получившая свое название от индийского растения *Withania somnifera* (L.) Dunal., сем. Пасленовые, хорошо известного в народной медицине этой страны и используемого в качестве седативного, снотворного и антисептического средства.

В 1968 г. израильскими учеными был выделен первый витанолид (витаферин А), и теперь известно несколько рядов этого класса соединений.

Витанолиды - полиоксистероиды (С-28), в основе которых лежит циклопентанпергидрофенантрен. В положении 20 находится шестичленное лактонное кольцо. Для всех выделенных витанолидов характерна кетогруппа в кольце А (С-1). В некоторых соединениях обнаружены 4b-гидрокси-5b, 6b-эпоксигруппировки.

Витанолиды обладают довольно высокой биологической активностью. В 1965 г. американские ученые обнаружили противоопухолевый эффект экстрактов из листьев *Acshista arborescens*, содержащих витанолиды. Позднее противоопухолевое действие было выявлено у индивидуальных веществ. Витанолид витаферин А, выделенный из *Withania somnifera*, в опытах на мышах оказал в ничтожно малых дозах ингибирующее действие на рост раковых клеток. Полное исчезновение раковых клеток наблюдалось у 80% мышей.

Помимо противоопухолевого витаферин А обладает бактериостатическим действием.

**Гликозиды** — широко распространенные природные соединения, распадающиеся под влиянием различных агентов (кислота, щелочь или фермент) на углеводную часть и агликон (генин). Гликозидная связь между сахаром и агликоном может быть образована с участием атомов О, N или S (О-, N- или S-гликозиды), а также за счет С-С атомов (С-гликозиды).

Наибольшее распространение в растительном мире имеют О-гликозиды). Между собой гликозиды могут отличаться как структурой агликона, так и строением сахарной цепи. Углеводные компоненты представлены моносахаридами, дисахаридами и олигосахаридами, и, соответственно, гликозиды называются монозидами, биозидами и олигозидами.

**Гликозиды** — органические вещества растительного происхождения, состоящие из сахаристого компонента и несахаристой части — агликона. При кипячении или под действием ферментов гликозиды распадаются на сахаристую часть и агликон, который определяет физиологическую активность гликозидов. Разнообразие химического строения и фармакологического эффекта агликонов позволяет использовать гликозиды для лечения различных заболеваний. Особенно широко применяются в медицине сердечные гликозиды (для лечения сердечно-сосудистых заболеваний). Они очень ядовиты и могут применяться только под строгим медицинским контролем.

Находят лекарственное применение и некоторые другие гликозиды. Так, в листьях груши, брусники, толокнянки содержится гликозид арбутин. Его антибактериальные свойства используют при лечении воспалительных заболеваний мочеполовых путей. Имеющийся в кожуре цитрусовых гликозид гесперидин относится к флавоноидам, химически близок к рутину, способствует укреплению стенок кровеносных сосудов.

Своеобразными группами природных соединений являются **цианогенные гликозиды и тиогликозиды (глюкозинолаты)**:

- **Цианогенные гликозиды** могут быть представлены как производные  $\alpha$ -гидроксинитрилов, содержащих в своем составе синильную кислоту.

Широкое распространение они имеют среди растений сем. *Rosaceae*, подсем. *Prunoideae*, концентрируясь преимущественно в их семенах (например, гликозиды амигдалин и пруназин в семенах *Amygdalus communis*, *Armeniaca vulgaris*).

- **Тиогликозиды (глюкозинолаты)** в настоящее время рассматриваются в качестве производных гипотетического аниона — глюкозинолата, отсюда и второе название.

Глюкозинолаты найдены пока только у двудольных растений и характерны для сем. *Brassicaceae*, *Capparidaceae*, *Resedaceae* и других представителей порядка *Capparales*.

В растениях они содержатся в виде солей со щелочными металлами, чаще всего с калием (например, глюкозинолат синигрин из семян *Brassica juncea* и *B.nigra*).

**Изопреноиды** — обширный класс природных соединений, рассматриваемых как продукт биогенного превращения изопрена.

К ним относятся различные терпены, их производные - терпеноиды и стероиды. Некоторые изопреноиды - структурные фрагменты антибиотиков, некоторые - витаминов, алкалоидов и гормонов животных.

Способность синтезировать специфические изопреноиды свойственна лишь отдельным видам животных и растений. Так, натуральный каучук синтезируется лишь немногими видами растений, главным образом каучуконосом гевея бразильская (*Hevea brasiliensis*). Некоторые изопреноиды играют важную роль в метаболизме, но не могут синтезироваться в организме человека. К этой группе относятся витамины А, D, Е и К. Из-за структурного и функционального родства со стероидными гормонами витамин D относят к гормонам.

Метаболизм изопрена в растениях весьма многообразен. В растениях на основе изопрена синтезируется множество душистых веществ и эфирных масел. В качестве примера здесь приведены терпены *ментол* (1 = 2), *камфора* (1 = 2) и *цитронеллол* (1 = 2). Соединения из трех изопреновых звеньев (1 = 3) называются сесквитерпенами, а стероиды (1 = 6) — тритерпенами.

Наиболее важной группой изопреноидов являются соединения, обладающие гормональными и сигнальными функциями. К этой группе относятся *стероидные гормоны* ( $1 = 6$ ), *ретиновая кислота* ( $1 = 4$ ) позвоночных, а также *ювенильные гормоны* ( $1 = 3$ ) насекомых. К классу изопреноидов относятся также некоторые растительные гормоны, например *цитокинины*, *абсцизовая кислота* и *брасиностероиды*.

Терпены и терпеноиды - ненасыщенные углеводороды и их производные состава  $(C_5 H_8)_n$ , где  $n = 2$  или  $n > 2$ . По числу изопреновых звеньев их делят на несколько классов: моно-, сескви-, ди-, три-, тетра- и политер-пеноиды.

Терпеноиды являются активными участниками обменных процессов, протекающих в растениях. Некоторые терпеноиды регулируют активность генов растений, участвуют в фотохимических реакциях. Углеродные цепи ряда терпеноидов являются ключевыми промежуточными продуктами в биосинтезе стероидных гормонов, холестерина, ферментов, витаминов Д, Е, К, желчных кислот.

Растительные терпеноиды имеют широкий спектр биологического действия и поэтому представляют интерес для поиска новых лекарственных препаратов.

Терпены — это ненасыщенные углеводороды с числом углеродных атомов, кратным пяти. Название «терпен» происходит от слова терпентин — скипидар, который представляет собой эфирное масло хвойных. Терпены можно рассматривать как производные изопрена.

Терпеноиды — это кислородсодержащие терпены. Считают, что терпены и терпеноиды по численности превосходят все другие вещества вторичного происхождения.

Их известно уже около 10 тысяч.

Монотерпеноиды ( $C_{10} H_{16}$ ) и сесквитерпеноиды ( $C_{15} H_{24}$ ) являются обычными компонентами эфирных масел.

**Горечи** — безазотистые горькие вещества. Они усиливают секреторную деятельность желез желудочно-кишечного тракта, возбуждают аппетит и улучшают пищеварение, действуют общеукрепляюще. Содержатся в полыни, одуванчике, тысячелистнике.

**К группе циклопентаноидных монотерпеноидов относятся иридоидные гликозиды (псевдоиндиканы),** хорошо растворимые в воде и часто обладающие горьким вкусом. Название «иридоиды» связано с иридодиалем, который был получен из муравьев рода *Iridomyrmex*; «псевдоиндиканы» - с образованием синей окраски в кислой среде.

Дитерпеноиды ( $C_{20}H_{32}$ ) входят главным образом в состав различных смол. Они представлены кислотами (резиноловые кислоты), спиртами (резинолы) и углеводородами (резены). Различают собственно смолы (канифоль, даммара), масло-смолы (терпентин, канадский бальзам), камеде-смолы (гуммигут), масло-камеде-смолы (ладан, мирра, асафетида).

**Масло - смолы**, представляющие собой раствор смол в эфирном масле и содержащие кислоты бензойную и коричную, называют бальзамами. В медицине применяют перувианский, толутанский, стираксовый бальзамы.

Тритерпеноиды ( $C_{30}H_{48}$ ) по преимуществу встречаются в виде **сапонинов**, агликоны которых представлены пентациклическими (производные урсана, олеанана, лупана, гопана и др.) или тетрациклическими (производные даммарана, циклоартана, зуфана) соединениями.

К тетратерпеноидам ( $C_{40}H_{64}$ ) относятся жирорастворимые растительные пигменты желтого, оранжевого и красного цвета, **каротиноиды**, предшественники витамина А (провитамины А).

Они делятся на каротины (ненасыщенные углеводороды, не содержащие кислорода) и ксантофиллы (кислородсодержащие каротиноиды, имеющие гидрокси-, метокси-, карбокси-, кето- и эпокси группы). Широко распространены в растениях  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -каротины, ликопин, зеаксантин, виолаксантин и др.

Последнюю группу изопреноидов состава ( $C_5H_{10}$ )<sub>n</sub>, представляют **поли-терпеноиды**, к которым относятся природный каучук и гутта.

Сегодня основным источником натурального каучука являются деревья рода Гевея, в частности Гевея бразильская (*Hevea brasiliensis*). Гевея бразильская культивируется ради получения каучука в тропических районах Южной Америки и Юго-Восточной Азии.

**Другие каучуконосы:**

Taraxacum kok-saghyz (род Одуванчик) — Кок-сагыз

Scorzonera tau-saghyz — Тау-сагыз

Taraxacum hybernum — Крым-сагыз

Castilloa elastica и Castilloa ulei

Manihot glaziovii

Ficus elastica — Фикус каучуконосный, или Фикус эластичный

Funtumia elastica

Landolphia — Ландольфия

Chondrilla — Хондрилла

Условно к каучуконосам могут относить растения содержащие гуттаперчу — изомер натурального каучука. Таковым является, например Euonymus — Бересклет.

**Кардиотонические гликозиды**, или сердечные гликозиды, - гетерозиды, агликоны которых являются стероидами, но отличаются от прочих стероидов наличием в молекуле вместо боковой цепи при  $C_{17}$  ненасыщенного лактонного кольца: пятичленного бутенолидного (карденолиды) или шестичленного кумалинового кольца (буфадиенолиды). Все агликоны кардиотонических гликозидов имеют у  $C_3$  и  $C_{14}$  гидроксильные группы, а у  $C_{13}$  - метильную.

При  $C_{10}$  может быть  $\alpha$ -ориентированная метильная, альдегидная, карбинольная или карбоксильная группы. Кроме того, они могут иметь дополнительные гидроксилы у  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_5$ ,  $C_{11}$ ,  $C_{12}$  и  $C_{16}$ , последняя иногда бывает ацилирована муравьиной, уксусной или изовалериановой кислотой. Они применяются в медицине для стимуляции сокращений миокарда. Часть из них — диуретики.

В медицинской практике чаще всего используют сердечные гликозиды, получаемые из следующих растений:

Наперстянки пурпуровой (*Digitalis purpurea*) — дигитоксин

Наперстянки шерстистой (*Digitalis lanata*) — дигоксин, целанид

Строфанта Комбе (*Strophanthus Kombe*) — строфантин К.

Ландыша (*Convallaria*) — коргликон

Горицвета (*Adonis vernalis*) — настой травы горицвета

**Ксантоны** — класс фенольных соединений, имеющих структуру дибензо- $\gamma$ -пирона. В качестве заместителей содержат в молекуле гидрокси-, метокси-, ацетокси-, метилendioкси- и другие радикалы. Известны соединения, содержащие пирановое кольцо. Некоторой особенностью ксантонов является распространение хлорсодержащих производных.

Их находят в свободном виде и в составе О- и С-гликозидов. Из ксантоновых С-гликозидов наиболее известен мангиферин, который одним из первых введен в медицинскую практику.



**Ксантоны** – это натуральные полифенолы, самые сильные антиоксиданты растительного происхождения. Они оказывают благоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему, имеют ярко выраженную антибактериальную активность и способны предупреждать мутационные повреждения и перерождение структуры ДНК клеток.

Слово «ксантон» происходит от древнегреческого "κσαντος" – желтый, потому что природные производные ксантона имеют окраску желтого или кремово-желтого оттенков.

Серьезные исследования **ксантонов** были начаты в конце шестидесятых годов XX в. в США, Швеции, Франции, Японии, Индии, России. Очень скоро выяснилось, что по антиоксидантной активности ксантоны намного превосходят такие известные антиоксиданты, как витамины С и Е.

В 1983 году ученые обнаружили антимикробные свойства ксантонов, а также их антивирусную, противогрибковую и антипаразитную эффективность. В 2002 году при исследованиях *in vitro* было обнаружено, что один из ксантонов, гарцион Е, превосходит по своему антираковому действию шесть сильнейших химиотерапевтических средств, в том числе цисплатин, метатрексат и митоксантрон.

Хотя большинство людей знает об антиоксидантных свойствах витаминов С и Е, однако до настоящего времени немногим было известно о невероятно мощной антиоксидантной активности ксантонов. Несмотря на то, что изучено уже 210 веществ из семейства ксантонов, они по-прежнему считаются "младенцами науки", хотя тщательно документированные исследования доказывают чрезвычайно широкий диапазон пользы ксантонов для здоровья.

Обнаружен целый ряд ценных фармацевтических свойств ксантонов, таких как способность поддерживать здоровье иммунной системы, повышать подвижность суставов и положительно влиять на ментальную сферу. Они способствуют балансировке белкового обмена и улучшают использование организмом аминокислот, улучшают состав крови, способствуют регенерации печени, помогают организму преобразовывать пищу в энергию и уменьшают болезненные воспаления.

\* **Ксантоны** – это биологически активные натуральные полифенолы растений, оказывающие огромное целительное воздействие на организм человека.

**Ксантон** (окись дифениленкетона) — органическое соединение с химической формулой  $C_{13}H_8O_2$ . Первый представитель этого семейства - генцизин - был выделен Генри еще в 1921 году из горечавки желтой.

В природе ксантоны не слишком распространены. Широко известное лекарственное растение Алоэ-вера содержит только один вид ксантона, зверобой и листья салата - по два вида, Золотой Ус – 3 ксантона. И лишь плод мангостина, известный как *Garcinia Mangostana*, содержит **43 вида**. Из 210 ксантонов, обнаруженных на планете Земля - 43 находятся в мангустине. Ни в одном растении такого количества больше нет.

Все ксантоны имеют одинаковый молекулярный «скелет», основанный двойными углеродными связями, но к нему прикрепляются различные химические группы, известные как боковые цепи. Эти боковые цепи позволяют каждому ксантону выполнять специфические биологические функции. Как ключ подходит к замку, так и каждая из этих

боковых цепей может включаться в какой-то конкретный биохимический процесс. Поэтому взаимодействие различных ксантонов друг с другом создает широкий спектр различных целебных эффектов для человека.

Самым важным свойством этих полифенолов является нейтрализация свободных радикалов. Свободные радикалы – основная причина старения и злокачественного перерождения клеток. Антиоксидантная активность ксантонов выше, чем у витамина Е и селена примерно в 50 раз и в 20 раз сильнее, чем у витамина С.

Высокоактивные биоантиоксиданты, ксантоны дезактивируют свободные радикалы и другие продукты перекисных процессов, предотвращают и уменьшают поражение клеток, оказывают противоаллергическое, противовоспалительное, противоопухолевое действие. Способствуют выведению шлаков и токсинов, стабилизируют клеточные мембраны и препятствуют старению клеток.

Поскольку ксантоны - одни из самых мощных антиоксидантов, которые можно найти в природе, это и определяет их сверхцелебные свойства, так как окислительные повреждения клеток являются первопричиной старения и множества распространенных заболеваний.

Ксантоны позволяют изменять локальную концентрацию кислорода в клетке, защищать легко окисляющиеся участки клетки и реакционные центры, и поставлять кислород при его общем дефиците.

Эти водорастворимые антиоксиданты, в зависимости от рН среды, способны выводить ионы тяжёлых металлов, радионуклидов, и металлов переменной валентности. Ксантоны выполняют роль сенситизатора процессов перекисного окисления липидов в биологических тканях.

В 1983 году ученые обнаружили антимикробные свойства ксантонов, а также их противовирусную, противогрибковую и антипаразитарную эффективность. В 2002 году при исследованиях *in vitro* было обнаружено, что один из ксантонов, гарцион Е, превосходит по своему антираковому действию шесть сильнейших химиотерапевтических средств, в том числе цисплатин, метатрексат и митоксантрон.

На протяжении веков человечество решало различные проблемы со здоровьем с помощью препаратов, сделанных из плодов мангостина. Результаты лабораторных исследований последних десятилетий поддерживают использование его в комплексном лечении следующих проблем:

**Весь организм:**

- общее самочувствие
- усталость (повышение энергии без стимуляторов)
- старение (из-за воздействия свободных радикалов)
- иммунитет
- усвоение других витаминов и антиоксидантов
- аллергия (воздействие в качестве антигистаминных препаратов)

### **Иммунитет:**

Восстановление иммунитета, очищение организма от шлаков, улучшение пищеварения, укрепление иммунитета. Иммунная система защищает нас от многих болезней, которые крайне опасны для нашего организма и здоровья.

Как же она работает? Большинство микробов попадает в наш организм с воздухом, пищей и водой. Оказавшись в кишечнике, микробы и бактерии пытаются проникнуть через его стенки в организм и вызвать заболевания. Но им мешает наша иммунная система. В нашем кишечнике находится 70% иммунной защиты организма. Это наиболее сильный защитный барьер на пути различных инфекций. Негативные факторы современного мира ослабляют этот защитный барьер организма и в нем появляются бреши, через которые могут проникнуть микробы. Поэтому иммунитет надо укреплять, а для этого необходимо улучшение пищеварения.

### **Сердце и кровеносная система:**

- профилактика атеросклероза (поддержание кровеносных сосудов в хорошем состоянии благодаря противовоспалительным и антиоксидантным свойствам)
- поддержание сердечной мышцы
- снижение холестерина и уровня триглицеридов
- гипертония (понижение высокого кровяного давления)

### **Инфаркт, инсульт:**

Среди множества вредных последствий повреждения свободными радикалами, наиболее тяжелым является окисление «плохого» холестерина крови, что приводит к атеросклеротическим изменениям сосудов, и, как следствие, затвердению артерий, развитию сердечно-сосудистых заболеваний, тромбозам, инфарктам и инсультам.

Ксантоны защищают липопротеины низкой плотности (ЛПНП) от окислительных повреждений. Это позволяет и снизить сам уровень «плохого холестерина», и предупредить отложение окисленного холестерина на стенках артерий, то есть, образование атеросклеротических бляшек.

### **Противовоспалительный эффект:**

Воспалительные процессы признаны причиной большинства смертельных и дегенеративных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых заболеваний, рака, ревматоидного артрита, волчанки, болезни «Крона» и язвенного колита. Воспалительные процессы, вызванные высоким содержанием аммиака в клетках мозга, многие ученые связывают с болезнью Альцгеймера.

Известно, аллопатические противовоспалительные препараты уменьшают воспаление путем ингибирования воспалительных ферментов, таких как циклооксигеназа-2 (ЦОГ-2). К сожалению, эти фармацевтические препараты уничтожают также и фермент циклооксигеназа-1 (ЦОГ-1), необходимый для производства простагландинов 1-й группы, которые являются важной частью клеточного иммунитета и уменьшают вязкость крови.

Ксантоны же избирательно блокируют ЦОГ-2 и не влияют на работу ЦОГ-1, поэтому они не вызывают никаких известных побочных эффектов.

Фармацевтические компании тратят миллиарды долларов на разработку синтетических противовоспалительных лекарств, в то время как натуральные безопасные средства находятся буквально под ногами - к ним, в числе прочих, относятся и ксантоны мангостина.

Клинические исследования показали, что альфа - и гамма-мангостин являются мощными ингибиторами циклооксигеназы, что делает их эффективным противовоспалительным средством. При этом их действие не затрагивает механизмы свертывания крови и не повреждает слизистую желудка, а напротив, в одном из исследований было показано, что они помогают при лечении язвы желудка. Исследования показали, что альфа - и гамма-мангостин действуют более эффективно при лечении артрита и подагры, чем используемые для этой цели противовоспалительные препараты.

#### **Аллергия:**

Противовоспалительные свойства ксантонов позволяют эффективно использовать их при аллергических состояниях как антигистаминное средство. Гистамины высвобождаются в человеческом организме в ответ на воздействие распространенных аллергенов, таких как пыль, пыльца, пищевые продукты, шерсть и грибковые токсины. Поскольку аллергенов тысячи, подобрать антигистаминный препарат для конкретного случая бывает сложно.

Наличие в экстракте мангостина более 40 ксантонов создает огромное количество противоаллергических комбинаций, что позволяет решить эту головоломку легко и просто. Поэтому ксантоны мангостина действуют при аллергии в 20-30 раз эффективнее, чем отдельные антиоксиданты и антигистамины. По идее, врачам следовало бы начинать лечение аллергии с назначения ксантонов и прибегать к синтетическим лекарствам только в том случае, если болезненное состояние сохраняется.

#### **Паразиты и инфекции:**

Чрезмерное использование антибиотиков во всем мире привело к появлению вследствие мутаций новых штаммов устойчивых к лекарствам бактерий, что вызвало панику у всей медицинской общественности. Одним из таких штаммов является MRSA или метициллин-устойчивый золотистый стафилококк. Поэтому обнаруженная экспериментально у ксантонов способность проявлять сильную антибактериальную активность в отношении MRSA и других суперустойчивых штаммов вызывает необычайный интерес.

Как и большинство природных веществ, обладающих сильным антибактериальным действием, ксантоны проявляют также мощный противогрибковый эффект. В западных странах уже применяются антибактериальные и противогрибковые средства, содержащие экстракт мангостина.

### **Мозг и нервная система:**

Было также обнаружено мощное противовоспалительное воздействие гамма - мангостина на структурные клетки мозга. Это предполагает возможность его применения при воспалительных заболеваниях мозга, например, болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона (защита нервных клеток от разрушения). Уменьшает воспалительные процессы, вызванного разрушением нейронов.

### **Желудочно-кишечный тракт:**

Доказано - вредные продукты питания закисляют наш организм, а полезные продукты, наоборот, ощелачивают. Зачем нужно ощелачивание организма? Дело в том, что внутренняя среда организма (не путать с кислотностью желудка) должна быть щелочной, иначе организм «ржавеет» и выходит из строя. рН крови здорового человека равен 7,43. Если этот показатель опускается до 7,1, человек умирает. Всего лишь десятые доли отделяют нас от смерти.

Люди, объевшись и обпившись мертвой синтетики, не подозревают о том, что подводят себя к роковой границе. Их организм уже не выдерживает такого натиска, его резервы кончаются, и он сдается. Врачи скорой помощи делают таким больным инъекции элементарной питьевой соды, чтобы «расщелочить» кислую и вязкую кровь, которая уже еле течет по сосудам, чтобы больной не скончался по дороге в реанимацию. рН внутренней среды нашего организма повышается естественным путем при употреблении препаратов ксантона.

Кишечник – один из самых главных наших барьеров на пути болезней в организм, поэтому наиболее важно содержать его в порядке! Ученые из исследовательского онкологического центра США подтвердили бактериостатическое действие ксантонов на стафилококки, стрептококки, энтерококки, сальмонеллу, *Helicobacter pylori* (спиралевидную грамотрицательную бактерию, которая может провоцировать язву желудка и двенадцатиперстной кишки). При этом у бактерий не возникает резистентности к ксантонам, в отличие от антибиотиков, что позволяет эффективнее использовать антибиотики в более актуальной ситуации.

Следует также отметить, что пероральный прием ксантонов не повреждает кишечную микрофлору; наоборот, их можно применять для поддержки микробиологического баланса.

### **Их успешно применяют при:**

- диареи/запорах (восстановление здоровых функций кишечника, и тем самым избавление, как от диареи, так и хронических запоров);
- изжоге (ГЭРБ), уменьшая выделение желудочного сока и восстановление слизистой оболочки желудка;
- язве (заживление язв и дальнейшая защита желудка от повреждений);
- болезни «Крона»;
- колите (уменьшение воспаления слизистой оболочки толстой кишки и восстановление ее нормального функционирования);
- Спастическом колите/слизистом колите (стабилизация функционирования кишечника и восстановление уровня серотонина и, тем самым, проблем с депрессией, которые часто возникают на фоне проблем с кишечником).

### **Опорно-двигательная система:**

Хрящи — это плотная соединительная ткань, встречающаяся в суставах и грудной клетке. Нос и уши человека состоят из хрящевой ткани. Коленный сустав, один из самых сложных суставов в человеческом теле, наиболее подвержен травмам. К тому же, сегодня уже существует множество заболеваний суставов, которые появляются от нарушения обмена веществ в организме. И чтобы решать такие проблемы, человеку требуется сложное лечение. Ксантон повышает подвижность суставов (уменьшение воспаления, боли и повреждения суставов при артрите и артрозе).

### **Онкология:**

Раковые опухоли вызываются ослабленным клеточным дыханием, когда клеткам не хватает кислорода. Можно дышать сколь угодно чистым воздухом, но клетки все равно будут страдать кислородным голоданием, если внутренняя среда организма кислая. В свою очередь, недостаток кислорода еще больше закисляет организм. Так что получается порочный круг, который неизбежно ведет к онкологическим заболеваниям.

При повышении pH нашего организма всего лишь на 0,15, способность усвоения клетками кислорода увеличивается на 60%. И раковые клетки уже не могут развиваться в щелочной, богатой кислородом, среде. Производные ксантонов, повышают pH внутренней среды нашего организма естественным путем и их можно считать как потенциальные антираковые лекарства. Различные их виды блокируют рост раковых клеток различных разновидностей раковых заболеваний. Было исследовано восемь ксантонов, вызывающие гибель клеток феохромоцитомы (рак). Среди них альфа-мангостин отличается наиболее мощной способностью вызывать гибель раковых клеток. Японские ученые обнаружили также, что альфа-мангостин эффективно подавляет канцерогенез в толстом кишечнике.

Аналогичные исследования проводились в Тайбэе (Тайвань), где тестировалась способность 6 ксантонов из кожуры мангостина подавлять рост 14 различных видов человеческих клеток рака печени, а также клеток рака желудка и легкого.

### **Вирусы:**

Ксантоны мангостина оказываются очень важным фактором в лечении вирусных заболеваний и гриппа. В настоящее время вирусные инфекции, такие как простуда, практически не лечатся, а «проходят» сами, так как антибиотики на вирусный компонент не действуют.

В то же время ксантоны обладают, наряду с антибактериальным, также и противовирусным действием, причем на широкий спектр вирусов. Ксантоны мангостин и гамма - мангостин оказались способными даже ингибировать активность вируса ВИЧ-1, который вызывает СПИД.

### **Лёгкие:**

Альфа - и бета-мангостин, а также гарцинон В оказались сильными ингибиторами туберкулезных микобактерий, поэтому их можно применять при лечении легочных заболеваний: астмы, гриппа.

### **Кожа:**

- дерматит (может использоваться для наружного применения при экземе и других кожных заболеваниях)
- лечение ран

- угревая сыпь

### **Диабет:**

- высокий уровень сахара в крови (уменьшение уровня сахара в крови при сахарном диабете и повышение эффективности инсулина)
- ксантоны также улучшают кровообращение, способствуя расширению кровеносных сосудов, в том числе и периферических. Это усиливает кровоток, что особенно полезно для людей с нарушенной циркуляцией крови, например, при диабете.

### **Зрение:**

- глаукома/катаракта

Мочеполовой тракт:

- почечные болезни (улучшение функций почек)
- цистит/инфекция мочевого пузыря (уменьшение воспаления)

### **Эмоциональное здоровье:**

- депрессия
- страхи
- стрессы

### **Зубы/полость рта:**

- воспаление десен (улучшение состояния десен во время болезни и после стоматологических процедур)

### **Женское здоровье:**

- предменструальный синдром
- менструальные боли

### **Мужское здоровье:**

- простатиты и уретриты
- аденома и потенция

Терапевтическое и лечебное воздействия на организм человека, (не так мощно как ксантоны), также могут оказывать полифенолы многих других растений (флавоноиды, катехины, проантоцианидины, и т.д.).

**Некоторые исследования ксантонов.** Автоматический перевод с сайта Библиотеки Медицины Национального Института Здоровья США - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=xanthones>

**Кумарины** - природные соединения, в основе строения которых лежит 9,10-бензо- $\alpha$ -пирон. Их можно также рассматривать как производные кислоты орто-гидроксикоричной (о-кумаровой). Они классифицируются на окси- и метоксипроизводные, фуру- и пиранокумарины, 3,4-бензокумарины и куместаны (куместролы).

Кумарины широко распространены в растительном мире. Кумарины обнаружены в более, чем в 200 видах высших и низших растений из 34 семейств.

Наиболее богаты кумаринами растения семейств Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae, Rutaceae, Saxifragaceae, Hippocastanaceae.

Некоторые кумарины встречаются в продуктах животного происхождения (желчь бобра, сельди и другие).

По органам и тканям растений кумарины распространены неравномерно.



В природе чаще всего встречаются наиболее простые производные кумарина и фурукумарина. Основное количество представителей соединений этой группы найдено в виде агликонов и лишь незначительное число в виде гликозидов.

Кумарины локализируются в различных органах растений, чаще всего в корнях, коре, плодах и семенах, меньше их в листьях, стеблях.

Содержание их в разных растениях колеблется от 0,2 до 10 %, причем часто можно встретить 5-10 кумаринов различной структуры в одном растении. У зонтичных кумариновые соединения обычно локализируются в эфирно-масличных канальцах.

Качественный и количественный состав кумаринов различен у разных видов внутри одного рода, даже и внутри одного вида. Состав кумаринов изменяется и в онтогенезе растения максимально накапливаются в многолетних видах. Наиболее часто встречаются кумарины, содержащие в качестве заместителей изопреноидные цепи и их производные.

В растениях умеренного климата и северных широт наблюдается преимущественное накопление кумаринов, обогащенных кислородом, содержащих в своем составе оксиметокси-, сложно-эфирные и окисные группировки и остатки сахаров.

**Биологическая роль кумаринов для растений** пока еще до конца не выяснена. Предполагают, что кумарины:

- являются регуляторами роста (в больших концентрациях угнетают рост растений, в малых — стимулируют рост);
- выступают в роли защитных факторов против заболеваний и вредителей растений;
- предохраняют молодые органы растения от избыточного действия ультрафиолетовых лучей.

Лекарственное сырье, содержащее кумарины заготавливают как от дикорастущих, так и культивируемых лекарственных растений.

**В диком виде произрастают:**

- псоралея костянковая, сем. бобовые (*Psoralea drupacea*, с. Fabaceae). Встречается в предгорьях Средней Азии и Южного Казахстана;
- вздутоплодник сибирский, сем. сельдерейные (*Phlojodicarus sibiricus*, с. Apiaceae).

Растет в горно-степных районах Восточной Сибири по склонам сопок:

- донник лекарственный, сем. бобовые (*Melilotus officinalis*, с. Fabaceae).

Растет по лугам, на пустырях в средней и южной полосе по всей Европейской части, в степных районах Кавказа, Западной Сибири, Средней Азии:

- смоковница обыкновенная (инжир), сем. тутовые (*Ficus carica*, с. Moraceae) растет в Крыму, на Кавказе, в Средней Азии.

В культуре выращиваются:

- каштан конский, сем. конскокаштановые (*Aesculus hippocatanum*, с. Hippocastanaceae), широко возделывается как декоративная культура.

- пастернак посевной, сем. сельдерейные (*Pastinaca sativa*, с. Apiaceae) широко возделывается как пищевое растение. В одичавшем виде встречается на лугах и травянистых склонах.

- амми большая, сем. сельдерейные (*Ammi majog*, с. Apiaceae) возделывается в Краснодарском крае (Северный Кавказ) как промышленная культура.

**Лигнаны** - природные фенольные вещества, производные димеров фенилпропановых единиц ( $C_6-C_3$ ), соединенных между собой  $\beta$ -углеродными атомами боковых цепей.

Разнообразие лигнанов обусловлено наличием различных заместителей в бензольных кольцах и характером связи между ними, степенью насыщенности боковых цепей.

По структуре они делятся на несколько групп: диарилбутановый (кислота гваяретовая), с 1-фенилтетрагидронафталиновый (подофиллотоксин, пельтатины), бензилфенилтетрагидрофурановый (ларицирезинол и его глюкозид), дифенилфуорофурановый (сезамин, сирин-гарезинол), дибензоциклооктановый (схизандрин, схизандрол) типы и др.

Лигнаны обнаружены в различных органах растений, особенно в семенах, подземных органах, древесине и деревянистых стеблях. Элеутерококк колючий, заманиха высокая, акантопанакс, подофилл щитовидный содержат лигнаны в подземных органах; лимонник китайский - в семенах, листьях, стеблях; черный перец - в плодах; кунжут индийский - в семенах. Указанные растения содержат и другие биологически активные вещества. Содержатся лигнаны в растениях в свободном виде и в виде гликозидов.

**Лигнины** представляют собой нерегулярные трехмерные полимеры, предшественниками которых служат гидроксикоричные спирты (п-кумаровый, кониферилловый и синаповый), и являются строительным материалом клеточных стенок древесины.

Лигнин содержится в одревесневших растительных тканях наряду с целлюлозой и гемицеллюлозами и участвует в создании опорных элементов механической ткани.

В анализе древесины лигнин рассматривают как её негидролизующую часть. Древесина лиственных пород содержит 18-24 % лигнина, хвойных — 27-30 %.

**Меланины** - полимерные фенольные соединения, которые в растениях встречаются спорадически и представляют собой наименее изученную группу природных соединений.

Окрашены они в черный или черно-коричневый цвет. При щелочном расщеплении образуют пирокатехин, протокатеховую и салициловую кислоты.

Меланины грибов и некоторых высших растений, таких как подсолнух, арбуз и др., представляют собой производные пирокатехина. Меланины содержатся в винах в растворимом состоянии в виде комплексов с белками и углеводами, а также в виноградной выжимке.

Локализуется меланин, в основном, в кожице виноградной ягоды, а потому, в пресовых фракциях суслу его больше, чем в сусле-самотеке. Высокое содержание меланина наблюдается в винах, биотехнология которых предусматривает продолжительный контакт суслу с мезгой. Образование меланина возможно непосредственно в винах в процессе их выдержки вследствие окисления.

**Нафтохиноны** - хиноидные пигменты растений, которые найдены в различных органах (в корнях, древесине, коре, листьях, плодах и реже в цветках). В качестве заместителей производные 1,4-нафтохинона содержат гидроксильные, метильные, пренильные и другие группы.

Наиболее известным является красный пигмент шиконин, обнаруженный в некоторых представителях сем. *Boraginaceae* (виды родов *Arnebia*, *Echium*, *Lithospermum* L. и *Onosma*).

Обнаружено более 200 нафтохинонов в 22 семействах высших растений, в том числе Ореховые (*Juglandaceae*), Свинчатковые (*Plumbaginaceae*), Бурачниковые (*Boraginaceae*), Эбеновые (*Ebenaceae*), Росянковые (*Droseraceae*), Дербенниковые (*Lythraceae*), Бальзаминовые (*Balsaminaceae*), Бигнониевые (*Bignoniaceae*).

**Сапонины (сапонизиды)** - гликозиды, обладающие гемолитической и поверхностной активностью (детергенты), а также токсичностью для холоднокровных.

В зависимости от строения агликона (сапогенина), их делят на стероидные и тритерпеноидные. Углеводная часть сапонинов может содержать от 1 до 11 моносахаридов. Наиболее часто встречаются D-глюкоза, D-галактоза, D-ксилоза, L-рамноза, L-арабиноза, D-галактуроновая и D-глюкуроновая кислоты.

Они образуют линейные или разветвленные цепи и могут присоединяться по гидроксильной или карбоксильной группе агликона.

**Сапонины** — гликозиды, образующие, подобно мылу, при взбалтывании с водой, стойкую пену. «Сапо» по-латыни — мыло, что нашло отражение в названии этих веществ. Сапонины определяют лечебное действие сапонинсодержащих растений: отхаркивающее (первоцвет, истод, солодка), мочегонное (хвощ, почечный чай), гипотензивное и гипохолестеринемическое (диоскорея), стимулирующее (аралия маньчжурская, женьшень, заманиха, элеутерококк). Препараты сапонинов не используются для парентерального введения, так как их введение приводит к гемолизу.

**Стероиды** - класс соединений, в молекуле которых присутствует циклопентанперги дрофенантеновый скелет. К стероидам относят стерины, витамины группы D, стероидные гормоны, агликоны стероидных сапонинов и кардиотонических гликозидов, экдизоны, витанолиды, стероидные алкалоиды.

Растительные стерины, или фитостерины, - спирты, содержащие 28-30 углеродных атомов. К ним принадлежат  $\beta$ -ситостерин, стигмастерин, эргостерин, кампестерин, спинастерин и др. Некоторые из них, например  $\beta$  - ситостерин, находят применение в медицине. Другие используются для получения стероидных лекарственных средств — стероидных гормонов, витамина D и др.

Стероидные сапонины содержат 27 атомов углерода, боковая цепь их образует спирокетальную систему спиростанолового или фураностанолового типов. Один из стероидных сапоненинов — диосгенин, выделенный из корневищ диоскореи, — является источником для получения важных для медицины гормональных препаратов (кортизона, прогестерона).

Пример: Стероидные алкалоиды широко распространены в растениях семейства пасленовых, у различных видов паслена, особенно у паслена дольчатого, содержащего стероидные гликоалкалоиды. Близкие стероидные гликоалкалоиды найдены, в ботве картофеля, помидоров, баклажан, красного перца, в паслене черном и паслене сладко-горьком. Эти травы при переработке могут дать агликон соласодин и другие стероиды, пригодные для синтеза кортизона. Гликоалкалоиды характерны также для рода чемерица.

Трава паслена дольчатого резаная - *Herba Solani laciniati concisa*

В наших условиях заготавливается в фазу цветения от однолетнего травянистого растения паслена дольчатого – *Solanum laciniatum* Ait. (сем. - пасленовые - Solanaceae)

**Стильбены** можно рассматривать как фенольные соединения с двумя бензольными кольцами, имеющими структуру  $C_6-C_2-C_6$ . Это сравнительно небольшая группа веществ, которые встречаются в основном в древесине различных видов сосны, ели, эвкалипта, являются структурными элементами танинов.

**Таннины (дубильные вещества)** — высокомолекулярные соединения со средней молекулярной массой порядка 500-5000, иногда до 20 000, способные осаждать белки, алкалоиды и обладающие вяжущим вкусом.

Таннины подразделяют на гидролизуемые, распадающиеся в условиях кислотного или энзиматического гидролиза на простейшие части (к ним относят галлотаннины, эллаготаннины и несахаридные эфиры карбоновых кислот), и конденсированные, не распадающиеся под действием кислот, а образующие продукты конденсации — флавофены. Структурно они могут рассматриваться как производные флаван-3-олов (катехинов), флаван-3,4-диолов (лейкоантоцианидинов) и гидроксистилюбенов.

**Дубильные вещества (таниды)** — производные многоатомных фенолов, не содержащие азота. Они обладают вяжущим вкусом, не ядовиты, оказывают вяжущее, анальгезирующее, бактерицидное, сосудосуживающее действие; понижают секрецию слизи. Дубильные вещества широко применяют в медицине при желудочно-кишечных расстройствах, стоматитах, фарингитах, ангине, ожогах, кожных заболеваниях и т. д. Они содержатся в частях таких растений, как дуб, шалфей, ромашка, кровохлебка, зверобой и др.

**Фенольные соединения** представляют собой один из наиболее распространенных и многочисленных классов вторичных соединений с различной биологической активностью.

К ним относятся вещества ароматической природы, которые содержат одну или несколько гидроксильных групп, связанных с атомами углерода ароматического ядра. Эти соединения весьма неоднородны по химическому строению, в растениях встречаются в виде мономеров, димеров, олигомеров и полимеров.

В основу классификации природных фенолов положен биогенетический принцип. Современные представления о биосинтезе позволяют разбить соединения фенольной природы на несколько основных групп, расположив их в порядке усложнения молекулярной структуры.

Наиболее простыми являются соединения с одним бензольным кольцом - простые фенолы, бензойные кислоты, фенолоспирты, фенилуксусные кислоты и их производные. По числу ОН-групп различают одноатомные (фенол), двухатомные (пирокатехин, резорцин, гидрохинон) и трехатомные (пирогаллол, флороглюцин и др.) простые фенолы. Чаще всего они находятся в связанном виде в форме гликозидов или сложных эфиров или являются структурными элементами более сложных соединений, в том числе полимерных (дубильные вещества).

Более разнообразными фенолами являются производные фенилпропанового ряда (*фенилпропаноиды*), содержащие в структуре один или несколько фрагментов С<sub>6</sub>-С<sub>3</sub>.

К простым фенилпропаноидам можно отнести гидроксикоричные спирты и кислоты, их сложные эфиры и гликозилированные формы, а также фенилпропаны и циннамоиламиды.

К соединениям, биогенетически родственным фенилпропаноидам, относятся кумарины, флавоноиды, хромоны, димерные соединения - лигнаны и полимерные соединения - лигнины.

Немногочисленные группы фенилпропаноидных соединений составляют оригинальные комплексы, сочетающие в себе производные флавоноидов, кумаринов, ксантонов и алкалоидов с лигнанами (флаволигнаны, кумаринолигнаны, ксантолигнаны и алкалоидолигнаны).

Препараты на основе фенольных соединений широко используются в качестве антибактериальных, противовоспалительных, кровоостанавливающих,

желчегонных, диуретических, гипотензивных, тонизирующих, вяжущих и слабительных средств. Они, как правило, малотоксичны и не вызывают побочных эффектов.

#### ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ И СЫРЬЕ, СОДЕРЖАЩИЕ ПРОСТЫЕ ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

*Folia Uvae ursi (Folia Arctostaphyli uvae-ursi)* - листья толокнянки (медвежье ушко)  
(*Uvae ursi folium* - толокнянки лист)

Уникальной группой БАВ являются *флаволигнаны* *Silybum marianum* (силибин, силидианин, силикрестин), которые проявляют гепатозащитные свойства.

**Флавоны** — гетероциклические соединения, плохо растворимые в воде. Флавоны и их производные — флавоноиды — имеют желтую окраску, что обусловило их название («флавум» по-латыни означает «желтый»). Многие флавоноиды (рутин, кверцетин, гесперидин, цитрин и др.) обладают способностью уменьшать проницаемость и ломкость стенок капилляров и используются при заболеваниях, сопровождающихся нарушением их проницаемости. Кроме того, флавоноиды обладают спазмолитическим действием и применяются при спазмах сосудов и гладкомышечных органов, язвах желудка и двенадцатиперстной кишки, гепатитах.

Флавоны и флавоноиды, как правило, неядовиты. Они содержатся в таких растениях, как спорыш, бессмертник, пустырник, стальник, терн и др.

**Лактоны** — вещества, образующиеся из оксикислот. Некоторые из них имеют лекарственное значение. Например, фурукумарин обладает фотосенсибилизирующим действием, проявляет противоопухолевую активность, оказывает противосвертывающее действие при кровотечениях. Производные кумарина содержатся в таких растениях, как донник, петрушка, пастернак, конский каштан.

**Фитонциды** — это необычные соединения вторичного биосинтеза, продуцируемые высшими растениями и оказывающие влияние на другие организмы, главным образом, микроорганизмы.

Наиболее активные антибактериальные вещества содержатся в луке репчатом (*Allium cepa*) и чесноке (*Allium sativum*), из последнего выделено антибиотическое соединение аллицин (производное аминокислоты аллиина).

**Фитонциды** — летучие органические вещества различного химического состава, обладающие выраженным антимикробным действием и используемые для лечения и профилактики многих болезней: гриппа, острых респираторных заболеваний, ангины, заболеваний слизистой оболочки полости рта, гнойничковых поражений кожи, некоторых заболеваний пищеварительной системы и др. В медицине широко используются фитонциды чеснока, лука, эвкалипта, хвойных и других растений.

**Флавоноиды** относят к группе соединений со структурой  $C_6-C_3-C_6$ , и большинство из них представляют собой производные 2-фенилбензопирана (флавана) или 2-фенилбензо- $\gamma$ -пирона (флавона). Классификация их основана на степени окисленности трехуглеродного фрагмента, положении бокового фенильного радикала, величине гетероцикла и других признаках. К производным флавана принадлежат катехины, лейкоантоцианидины и антоцианидины; к производным флавона - флавоны, флаваноны, флаванолы. К флавоноидам относятся также ауруны (производные 2-бензофуранона или 2-бензилиден кумаранона), халконы и дигидрохалконы (соединения с раскрытым пирановым кольцом). Менее распространены в природе изофлавоноиды (с фенильным радикалом у  $C_3$ ), неофлавоноиды (производные 4-фенилхромона), бифлавоноиды (димерные соединения, состоящие из связанных C-C-связью флавонов, флаванонов и флавоно-флаванонов) и фенилпропаноиды. К необычным производным изофлавоноидов относятся *птерокарпаны* и *ротеноиды*, которые содержат дополнительный гетероцикл. Птерокарпаны привлекли к себе внимание после того, как было выяснено, что многие из них играют роль фитоалексинов, выполняющих защитные функции против фитопатогенов. Ротенон и близкие к нему соединения токсичны для насекомых, поэтому являются эффективными инсектицидами.

Флавоноиды широко распространены в еде и напитках растительного происхождения, их много в цедре цитрусовых, луке, зелёном чае, красных винах, пиве тёмных сортов, облепихе, тунбергии и чёрном шоколаде (70 % какао и выше). Из флавонов и флавонолов чаще всего в пищевых продуктах встречается кверцетин, также распространены кемпферол, мирицетин, апигенин и лютеолин.

Содержание флавоноидов в растениях зависит от многих факторов, включая генетические особенности, условия произрастания, степень зрелости и способ хранения, что затрудняет определение норм пищевого потребления флавоноидов<sup>[41]</sup>. Кроме того, среди учёных нет согласия относительно правильного способа измерения концентрации флавоноидов в пищевых продуктах. Согласно двум исследованиям, проведённым в Дании и Голландии, дневное потребление флавонов и флавонолов в этих странах составляет около 23—28 миллиграмм.

Из отходов производства вин и соков (виноградные выжимки) получают дешёвые и эффективные биоконцентраты флавоноидов.

### **Зелёный чай**

Полифенолы зелёного чая — мощный антиоксидант — один из лучших, наряду с витамином С и Е. По мере нарастания степени ферментации чая (жёлтый — красный — чёрный чай) растёт его аромат, но снижается антиоксидантная активность. Зелёный чай богат кверцетином и кемпферолом.

### **Биодоступность**

Ранее господствовало убеждение, что биодоступность флавоноидов из растительной пищи крайне мала: считалось, что в кишечнике всасываются только флавоноиды в свободной форме (без остатка сахара), которые в природе встречаются относительно редко. Однако последующие исследования на примере отдельных флавоноидов показали, что их биодоступность зависит от источника и намного выше, чем предполагали ранее. Так, глюкозиды (из лука) и рутинозид (из чая) кверцетина абсорбируются в кишечнике намного лучше, чем чистый кверцетин (агликон). При сравнении красного вина, чёрного чая, лука и яблок было показано, что лук является наилучшим пищевым источником кверцетина<sup>[41]</sup>.

### **Биологическая функция**

**Естественные функции флавоноидов мало изучены. Предполагалось, что благодаря способности поглощать ультрафиолетовое излучение (330—350 нм) и часть видимого света (520—560 нм) они защищают растительные ткани от избыточной радиации.**

- Окраска цветочных лепестков помогает насекомым находить нужные растения и тем самым способствовать опылению.
- Флавоноиды являются фактором устойчивости растений к поражению некоторыми патогенными грибами.



Животные не способны синтезировать соединения флавоноидной группы, а флавоны, присутствующие в крыльях некоторых бабочек, попадают в их организм с пищей. В настоящее время считается, что флавоноиды (наряду с другими растительными фенолами) являются незаменимыми компонентами пищи человека и других млекопитающих. В организме млекопитающих флавоноиды способны изменять активность многих ферментов обмена веществ.<sup>[51]</sup>

## Применение

Флавоноиды — природные красители, пищевые антиоксиданты, дубильные вещества. Ряд флавоноидов обладает антибактериальным (противомикробным) действием.

В качестве лекарственных средств применяются флавоноиды рутин и кверцетин, называемые P-витаминами. Они обладают способностью, особенно выраженной в сочетании с аскорбиновой кислотой, уменьшать проницаемость и ломкость капилляров, тормозят свёртывание крови, и повышают эластичность эритроцитов.

**Хромоны** — соединения, получающиеся в результате конденсации  $\gamma$ -пиронового и бензольного колец (производные 5,6-бензо- $\gamma$ -пирона). Обычно все соединения этого класса имеют в положении 2 метильную или оксиметильную (ацилоксиметильную) группу. Классифицируются они по тому же принципу, что и кумарины: по числу и типу циклов, сконденсированных с хромоновым ядром (фурохромоны, пиранохромоны и др.).

Заготавливают от двулетнего культивируемого травянистого растения амми зубной — *Ammi visnaga* (L.) Lam. (сем. сельдерейные, или зонтичные, — Apiaceae, или Umbelliferae).

Медицинское применение нашли фуранохромоны, выделенные из плодов амми зубной (*Ammi visnaga*). Для медицинских целей амми зубная культивируется в Молдавии, на Украине, Северном Кавказе. Сырье заготавливают на плантациях во время созревания плодов. Растения скашивают и после подсыхания обмолачивают. Плоды в сырье могут быть как целыми, так и распавшимися на полуплодики (мерикарпии).

**Экдизоны (экдисгероиды, фитоэкдизоны)** — полиоксистероидные соединения, обладающие активностью гормонов линьки насекомых и метаболизма членистоногих. В основе строения экдизонов лежит стероидный скелет, где в положении 17 присоединяется алифатическая цепочка из 8 углеродных атомов. Структурными особенностями гормонов являются двойная связь между C<sub>7</sub> и C<sub>8</sub>, 6-кетогруппа и 14- $\alpha$ -гидроксильная группа. Число и положение других ОН- групп различны.

В растениях впервые экдизоны были обнаружены японскими учеными в 1966 г. Из *Podocarpus nakaii* были выделены понастероны А, В, С; из *Podocarpus macrophylla* — макистероны А, В, С, D. Кроме покрыто- и голосеменных экдизоны найдены в папоротникообразных. Накапливаются во всех органах растения в десятых и сотых долях

процента. В некоторых растениях, например серпухе сухоцветной *Serratula xeranthemoides* M.B., экистероидов накапливается до 2%.

Фармакологические свойства экдизонов изучены недостаточно. Они оказывают выраженное психостимулирующее и адаптогенное действие. Кроме того, экдизоны усиливают процессы белкового синтеза в организме и могут быть использованы как анаболические средства.

Противоположным экдизонам действием, ингибирующим линьку насекомых, обладает стероидный лактон, выделенный из губоцветного *Ajuga decumbens* D.Don и получивший название аюголактона.

**Эфирные масла** — летучие жидкие смеси органических веществ, вырабатываемых растениями, обуславливающие их запах.

В состав эфирных масел входят углеводороды, спирты, сложные эфиры, кетоны, лактоны, ароматические компоненты.

Преобладают терпеноидные соединения из подкласса монотерпеноидов, сесквитерпеноидов, изредка дитерпеноидов; кроме того, довольно обычны «ароматические терпеноиды» и фенилпропаноиды.

Растения, содержащие эфирные масла (эфироносы широко представлены в мировой флоре. Особенно богаты ими растения тропиков и сухих субтропиков.

**Эфирные масла** — сложные смеси летучих безазотистых веществ с ароматным запахом, состоящие, главным образом, из терпенов и их производных. Хорошо растворяются в спирте, жирных маслах и других органических растворителях. Благодаря различиям в химическом составе эфирные масла оказывают на организм различное действие: противомикробное (бактерицидное), спазмолитическое, противовоспалительное, отхаркивающее, улучшающее секрецию пищеварительных соков и др.

Из эфиромасличных растений наиболее известны мята, Melissa, шалфей, тмин, душица, тимьян, полынь, роза, анис, ромашка, лимон, мандарин, валериана, можжевельник, береза, фенхель и др.

Подавляющее большинство продуктов вторичного метаболизма может быть синтезировано чисто химическим путем в лаборатории, и в отдельных случаях такой синтез оказывается экономически выгодным.

Однако не следует забывать, что в фитотерапии значение имеет вся сумма биологических веществ, накапливающихся в растении. Поэтому сама по себе возможность синтеза не является в этом смысле решающей.