

# Антоцианы

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

**Антоцианы** (также **антоцианины**; от греч. ἄνθος — цветок и греч. κυανός — синий, лазоревый) — окрашенные растительные гликозиды, содержащие в качестве агликона антоцианидины — замещённые 2-фенилхромены, относящиеся к флавоноидам. Они находятся в растениях, обуславливая красную, фиолетовую и синюю окраски плодов и листьев.

## Содержание

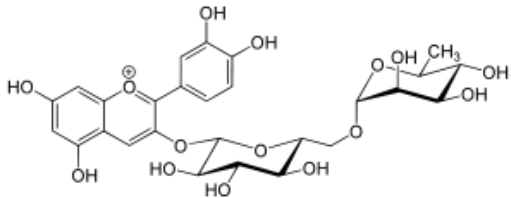
- Строение и свойства
- Биосинтез и функции
- Распространение в природе
- Цвета осенних листьев
- Применение
- Физиологический эффект
- Литература
- Примечания
- См. также

## Строение и свойства

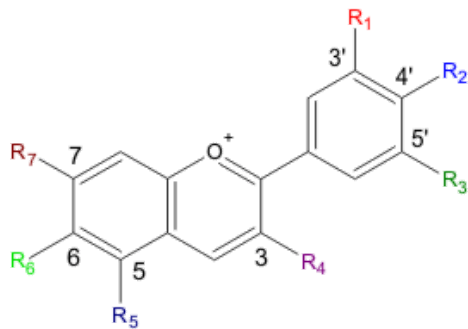
Антоцианы являются гликозидами, содержащими в качестве агликона-антоцианидина гидрокси- и метоксизамещённые соли флавилия (2-фенилхроменилия), у некоторых антоцианов гидроксилы ацетилированы. Углеводная часть связана с агликоном обычно в положении 3, у некоторых антоцианов — в положениях 3 и 5, при этом в роли углеводного остатка могут выступать как моносахариды (глюкоза, рамноза, галактоза), так и ди- и трисахариды.

Будучи пирилиевыми солями, антоцианы легко растворимы в воде и полярных растворителях, малорастворимы в спирте и нерастворимы в неполярных растворителях.

Антоцианидины	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>
Аурантинидин	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-OH	-OH
Цианидин	-OH	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Дельфинидин	-OH	-OH	-OH	-OH	-OH	-H	-OH
Европинидин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OH	-OH	-OCH <sub>3</sub>	-H	-OH
Лютеолинидин	-OH	-OH	-H	-H	-OH	-H	-OH
Пеларгонидин	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Мальвидин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OH	-H	-OH
Пеонидин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Петунидин	-OH	-OH	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OH	-H	-OH
Розинидин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OCH <sub>3</sub>



Керацианин — рутинозил-3-цианидин, антоциан, содержащийся в костянках вишен (*Cerasus*).



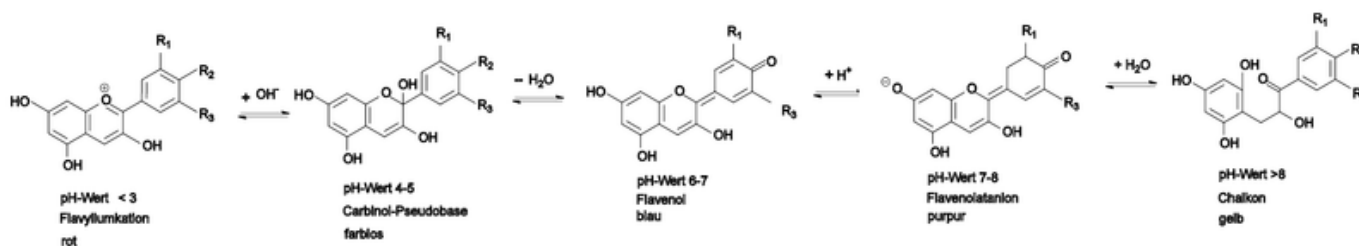
Общая структура антоцианов

Строение антоцианов установлено в 1913 году немецким биохимиком Р. Вильштеттером, первый химический синтез антоцианов осуществлён в 1928 году английским химиком Р. Робинсоном.

Антоцианы и антоцианидины обычно выделяются из кислых экстрактов растительных тканей при умеренно невысоких значениях pH, в этом случае агликоновая антоцианиновая часть антоциана либо антоцианин существуют в форме флавилиево соли, в которой электрон гетероциклического атома кислорода участвует в гетероароматической системе бензпирилиевого (хроменилиевого) цикла, который и является хромофором, обуславливающим окраску этих соединений — в группе флавоноидов они являются наиболее глубоко окрашенными соединениями с наибольшим сдвигом максимума поглощения в длинноволновую область.

На окраску антоцианидинов влияет число и природа заместителей: гидроксильные группы, несущие свободные электронные пары обуславливают батохромный сдвиг при увеличении их числа. Так, например, пеларгонидин, цианидин и дельфинидин, несущие в 2-фенильном кольце, соответственно, одну, две и три гидроксильные группы, окрашены в оранжевый, красный и пурпурный цвета. Гликозилирование, метилирование или ацилирование гидроксильных групп антоцианидинов приводит к уменьшению или исчезновению батохромного эффекта.

В силу высокой электрофильности хроменилиевого цикла структура и, соответственно, окраска антоцианов и антоцианидинов обуславливается их чувствительностью к pH: в кислой среде ( $\text{pH} < 3$ ) антоцианы (и антоцианидины) существуют в виде пирилевых солей, при повышении pH до ~4—5 происходит присоединение гидроксид-иона с образованием бесцветного псевдооснования, при дальнейшем повышении pH до ~6—7 происходит отщепление воды с образованием хиноидной формы, которая, в свою очередь, при pH ~7—8 отщепляет протон с образованием фенолята, и, наконец, при pH выше 8 фенолят хиноидной формы гидролизует с разрывом хроменового цикла и образованием соответствующего халкона:



Зависимость структуры и цвета антоцианов от pH среды: 1. Красная пирилевая соль; 2. Бесцветное псевдооснование; 3. Синяя хиноидная форма; 4. Пурпурный фенолят хиноидной формы; 5. Жёлтый халкон

Образование комплексов с катионами металлов также влияет на окраску, одновалентный катион  $\text{K}^+$  даёт пурпурные комплексы, двухвалентные  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  — синие, на цвет также может влиять адсорбция на полисахаридах.

Антоцианы гидролизуются до антоцианидинов в 10 % соляной кислоте, сами антоцианидины устойчивы при низких значениях pH и разлагаются при высоких.

## Биосинтез и функции

Синтезируются данные соединения в цитоплазме и депонируются в клеточные вакуоли при помощи глутатионового насоса. Антоцианы обнаружены в специальных везикулах — антоцианопластах, хлоропластах, а также в кристаллическом виде в плазме некоторых видов лука и клеточном соке плодов апельсина.

Общеизвестный факт активации биосинтеза антоцианов у растений в стрессовых условиях ещё не получил глубокого физиолого-биохимического обоснования. Возможно, что антоцианы не несут никакой функциональной нагрузки, а синтезируются как конечный продукт насыщенного флавоноидного пути, получившего вакуолярное ответвление с целью конечного депонирования ненужных растению фенольных соединений.

С другой стороны, антоциановая индукция, вызванная определёнными факторами окружающей среды, а также предсказуемость появления антоцианинов из года в год в периоды специфических этапов развития листа, их яркая выраженность в особых экологических нишах, возможно, способствуют адаптации растительных организмов к тем или иным стрессовым условиям.

## Распространение в природе



Изменение pH в цветках вызывает изменение окраски цветков  
Медуницы мягкой

Антоцианы очень часто определяют цвет лепестков цветков, плодов и осенних листьев. Они обычно придают фиолетовую, синюю, розовую, коричневую, красную окраску. Эта окраска зависит от pH клеточного содержимого.

Раствор антоцианов в кислой среде имеет красный цвет, в нейтральной — сине-фиолетовый, а в щелочной — жёлто-зелёный.<sup>[1]</sup>

Окраска, обусловленная антоцианами, может меняться при созревании плодов, отцветании цветков — процессах, сопровождающихся изменением pH клеточного содержимого. Например, бутоны медуницы мягкой имеют розовый

оттенок, а цветки — сине-фиолетовый цвет.

Многие антоцианы достаточно хорошо растворимы, например, при экстракции виноградного сока из кожуры плодов они переходят в красные вина (см. цвет бордо).

К наиболее распространённым антоцианам относится цианидин.

## Цвета осенних листьев

Многие популярные книги неточно указывают на то, что цвет осенних листьев (включая красный цвет) — просто результат разрушения зелёного хлорофилла, который маскировал уже имевшиеся жёлтые, оранжевые и красные пигменты (ксантофилл, каротиноид и антоциан, соответственно). И если для каротиноидов и ксантофиллов это действительно так, то антоцианы не присутствуют в листьях до тех пор, пока в листьях не начнёт снижаться уровень хлорофиллов. Именно тогда растения начинают синтезировать антоцианы, вероятно для фотозащиты в процессе перемещения азота.

## Применение

Антоцианы рассматривают как вторичные метаболиты. Они разрешены в качестве пищевых добавок (**E163** (<https://dobavkam.net/additives/e163>)).

Богаты антоцианами такие растения, как, например, Сицилийский апельсин (красный апельсин), черника, клюква, малина, ежевика, чёрная смородина, вишня, баклажаны, чёрный рис, виноград Конкорд и мускатный виноград, краснокочанная капуста, и некоторые виды перцев, как жгучих, так и т. н. сладких. В медицине широко применяются антоцианы черники (в составе экстракта черники).

В жгучих перцах также замечено несколько видов, у которых антоциан присутствует не только в плодах, но и в листьях. Причём, в данном случае, антоциан синтезируется тем больше, чем ярче солнечный свет, падающий на растение. К таким перцам можно отнести Black Pearl (Чёрная Жемчужина), Pimenta da Neyde и другие. Но в Чёрной Жемчужине созревший плод полностью лишается антоциана, и плод-ягода краснеет, а у Pimenta da Neyde плод-стручок на солнце всегда остаётся тёмным.

## Физиологический эффект

Антоцианы способствуют снижению воспалительных реакций и оксидативного стресса в кишечнике, при потреблении избыточного количества жиров и углеводов и улучшают барьерные функции кишечника.<sup>[2]</sup>

## Литература



Красный цвет кожицы яблок сорта Fuji

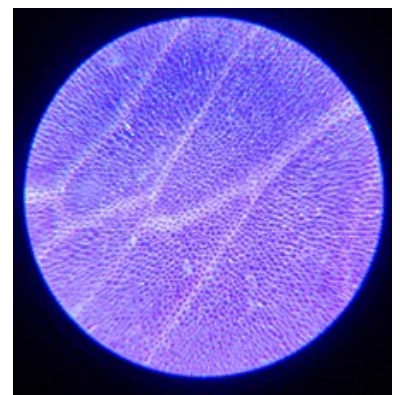


Фото клеток при увеличении 4 раза.



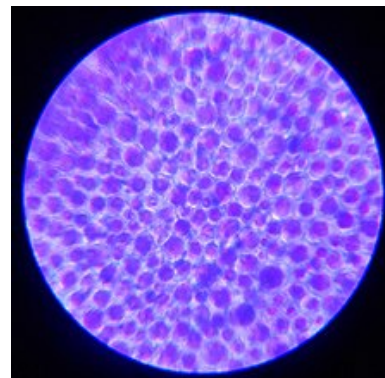
Растения с повышенной концентрацией антоцианов популярны в ландшафтном дизайне — например, селективные пурпурные культивары европейского бука

- Чуб В. Для чего нужны антоцианы // Цветоводство. — 2008. — № 6. — С. 22—25.
- Спектрофотометрическое определение (обсуждение методик) (<http://www.anchem.ru/FORUM/read.asp?id=1843&recordnum=0>)

## Примечания

---

1. Карабанов И. А. Флавоноиды в мире растений. — Минск. — Ураджай, 1981. — 80 с.
2. Gil-Cardoso Katherine, Ginés Iris, Pinent Montserrat, Ardévol Anna, Arola Luís. Chronic supplementation with dietary proanthocyanidins protects from diet-induced intestinal alterations in obese rats (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.201601039/abstract>) (англ.) // Molecular Nutrition & Food Research. — 2017-02-01. — P. n/a–n/a. — ISSN 1613-4133 (<https://www.worldcat.org/search?fq=x0:jrnl&q=n2:1613-4133>). — doi:10.1002/mnfr.201601039 (<https://dx.doi.org/10.1002%2Fmnfr.201601039>).



Антоцианы придают лиловый цвет клеткам лепестков цветов двудольных растений. Фото в микроскоп при небольшом увеличении.

## См. также

---

- [Флавоноиды](#)

---

Источник — <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Антоцианы&oldid=113020963>

---

Эта страница в последний раз была отредактирована 17 марта 2021 в 12:54.

Текст доступен по лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike; в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Wikimedia Foundation, Inc.