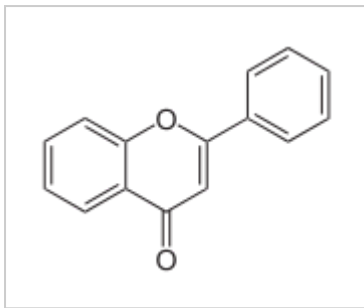


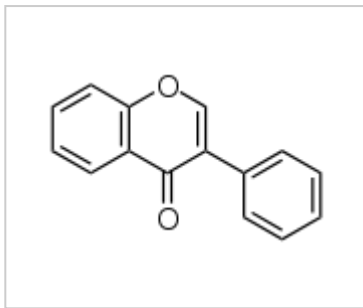
Флавоноиды — крупнейший класс растительных полифенолов. С химической точки зрения, флавоноиды представляют собой гидроксипроизводные флавона (собственно *флавоноиды*), 2,3-дигидрофлавона (*флаваноны*) изофлавона (*изофлавоноиды*), 4-фенилкумарина (*неофлавоноиды*). Также флавоны с восстановленной карбонильной группой (*флаванолы*)^[1]. Зачастую к флавоноидам относят и другие соединения C₆-C₃-C₆ ряда, в которых имеются два бензольных ядра, соединённых друг с другом трёхуглеродным фрагментом — *халконы*, *дигидрохалконы* и *ауруны*^[2].

Ссылки

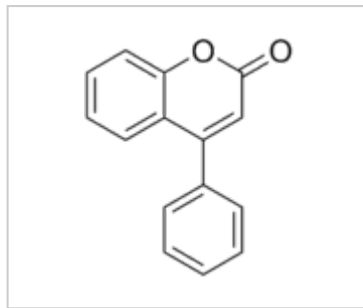
Классификация



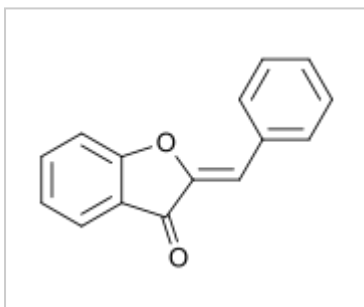
Флаван



Изофлаван



4-Фенилкумарин



Аурон

Среди флавоноидов есть как водорастворимые, так и липофильные соединения, окрашенные преимущественно в жёлтый, оранжевый и красный цвета. Некоторые классы флавоноидов — антоцианины и ауроны — являются растительными пигментами, обуславливающими окраску цветов и плодов растений. Известно более 6500 флавоноидов. Общепринятая классификация флавоноидов предусматривает их деление на 10 основных классов, исходя из степени окисленности трехуглеродного фрагмента:

- катехины (флаван-3-олы, производные флавана — катехины, лейкоантоцианы)
- лейкоантоцианидины (флаван-3,4-диолы)
- флаваноны (производные флавана — флаваноны, флаванолы, флавоны, флавонолы)
- дигидрохалконы
- халконы
- антоцианы и антоцианидины
- флавононолы
- флавоны и изофлавоны
- флавонолы
- ауроны

Флавоноиды в природе

Флавоноиды играют важную роль в растительном метаболизме и очень широко распространены в высших растениях. Многие флавоноиды — пигменты, придающие разнообразную окраску растительным тканям. Так, антоцианы определяют красную, синюю, фиолетовую окраску цветов, а флавоны, флавонолы, ауроны, халконы — жёлтую и оранжевую.

Флавоноиды объединены общностью путей биосинтеза в растениях.

- **Кольцо В** (см. рисунок) и примыкающий к нему трёхуглеродный фрагмент (атомы С-2, С-3 и С-4) синтезируются из шикимовой кислоты и фосфоенолпировиноградной кислоты с промежуточным образованием через фенилаланин коричной кислоты.
- **Кольцо А** синтезируется из трёх активированных молекул малоновой кислоты.

Они принимают участие в фотосинтезе, образовании лигнина и суберина, в качестве защитных агентов в патогенезе растений, вовлечены в регуляцию процессов прорастания семян, а также пролиферации и отмирания (путём апоптоза) клеток удлиняющихся растущих частей растений. Их многообразие объясняется тем, что в растениях большинство из них присутствует в виде соединений с сахарами — гликозидов. Сахарные остатки могут быть представлены моносахаридами — глюкозой, галактозой, ксилозой и др., а также различными ди-, три- и тетрасахаридами. К сахарным остаткам нередко присоединены молекулы оксикоричных и оксибензойных кислот.

Катехины и лейкоантоцианы бесцветны. Они являются родоначальниками конденсированных дубильных веществ.

Пищевые источники растительных флавоноидов

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^[4].

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^[4]. Кроме того, среди учёных нет согласия относительно правильного способа измерения концентрации флавоноидов в пищевых продуктах. Согласно двум исследованиям, проведённым в Дании и Нидерландах, дневное потребление флавонов и флавонолов в этих странах составляет около 23—28 миллиграммов.

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

Зелёный чай

Полифенолы зелёного чая — мощный антиоксидант, и 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, гликозиды (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^[4].

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^[5].

Применение

Флавоноиды — природные красители, пищевые антиоксиданты, дубильные вещества. Ряд флавоноидов обладает антибактериальным (противомикробным) действием^[6].

В качестве лекарственных средств применяются флавоноиды рутин и кверцетин, называемые Р-витаминами. Они обладают способностью, особенно выраженной в сочетании с аскорбиновой кислотой, уменьшать проницаемость и ломкость капилляров, тормозят свёртывание крови и повышают эластичность эритроцитов^[7].

См. также

- Антоцианы
- Лютеолин
- Рутин
- Гесперидин
- Дигидрокверцетин

Примечания


1. flavonoids (isoflavonoids and neoflavonoids) // IUPAC Gold Book (<http://goldbook.iupac.org/F02424.html>)
2. Флавоноиды // *Кнунянц И. Л. и др. Химическая энциклопедия*. — М.: Советская энциклопедия, 1990
3. *Rusznayk S. P., Szent-Gyorgyi A. Vitamin P: flavonols as vitamins // Nature*. — 1936. — Т. 138. — С. 27.
4. *Ross J. A , Kasum C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety // Annu Rev Nutr*. — 2002. — Т. 22. — С. 19—34. — PMID 12055336.
5. Middleton E., Jr., Kandaswami C., Theoharides T.C. The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer. *Pharmacol. Rev.* 2000. V.52, No.4. P.673-751 -> abstract: [1] (<http://pharmrev.aspetjournals.org/cgi/content/abstract/52/4/673>) & Full Text: [2] (<http://pharmrev.aspetjournals.org/cgi/content/full/52/4/673>).

6. Cowan M. M. Plant Products as Antimicrobial Agents (<http://cmr.asm.org/cgi/content/full/12/4/564>). *Clin. Microbiol. Rev.* 1999. V.12, No.4. P.564-582. (Abstract (<http://cmr.asm.org/cgi/content/abstract/12/4/564>)).
7. *Машковский М. Д.* Лекарственные средства. — 15-е изд. — М.: Новая Волна, 2005. — С. 629—630. — 1200 с. — ISBN 5-7864-0203-7.

Литература

- *Запрометов М. Н.* Основы биохимии фенольных соединений, М., 1974.
 - Биохимия фенольных соединений / Под ред. Дж. Харборна М.: Мир, 1968.
-
- Harborne J. B., Comparative biochemistry of the flavonoids, L. — N. Y., 1967.
 - The flavonoids, Eds Harborne J. B., Mabry T. J. and Mabry H., L., 1975.
 - Balch, J. F., & Balch, P. A. (2000). Prescription for Nutritional Healing. New York: Avery, Penguin Putnam Inc.
 - Murray, M. T. (1996). Encyclopedia of Nutritional Supplements. Roseville: Prima Publishing.
 - Spedding, G., Ratty, A., Middleton, E. Jr. (1989). Inhibition of reverse transcriptases by flavonoids. *Antiviral Res* **12** (2), 99-110. PMID 2480745

Ссылки

- USDA Database of Flavonoid content of food (<https://web.archive.org/web/20120716210723/http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Flav/flav.pdf>)  (pdf)
- Flavonoids (chemistry) (<http://www.friedli.com/herbs/phytochem/flavonoids.html>)
- Cornell news on Cocoa (<http://www.news.cornell.edu/releases/Nov03/HotCocoa-Lee.bpf.html>)
- A Dark Chocolate a Day Keeps the Doctor Away (<https://web.archive.org/web/20051029050237/http://my.webmd.com/content/article/88/99702.htm>)
- Antioxidant in Green Tea may fight Alzheimer's-EGCG (<https://web.archive.org/web/20060923173809/http://www.webmd.com/content/article/112/110306.html>)
- Therapeutic potential of the NF-kB pathway in the treatment of inflammatory disorders (http://www.jci.org/cgi/content/full/107/2/135?ijkey=a1e09ce2dbca283cec170598f2410b15d5f4304f&keytype=tf_ipsecsha)
- Влияние биофлавоноидов на кровеносную систему (<https://web.archive.org/web/20190131201558/https://kardiotalk.ru/vlijanie-bioflavonoidov-na-krovenosnuju-sistemu/>)

Источник — <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Флавоноиды&oldid=113496974>

Эта страница в последний раз была отредактирована 9 апреля 2021 в 13:21.

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

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