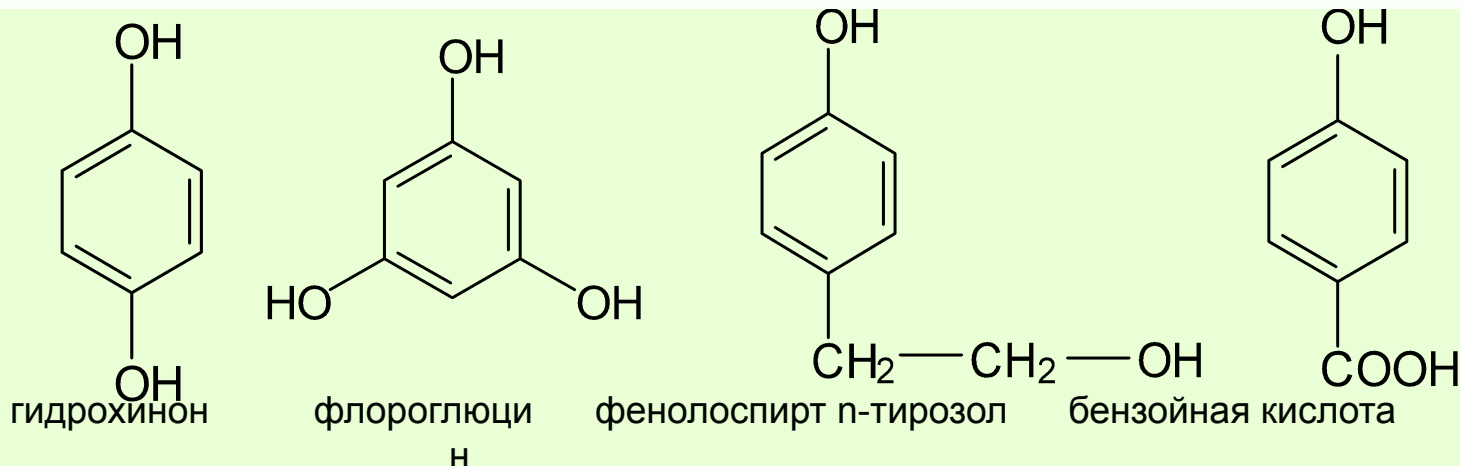
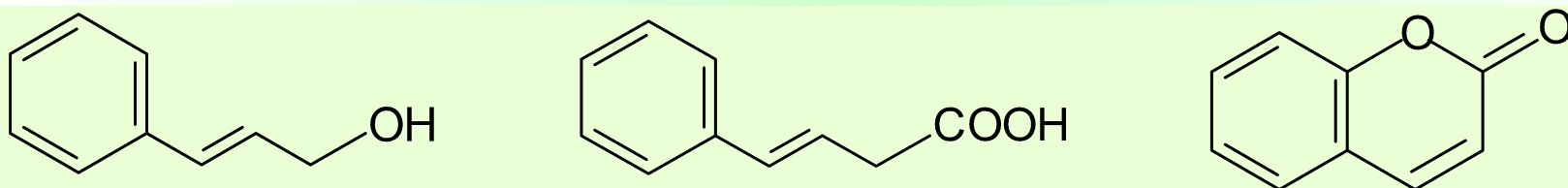


# Классификация фенольных соединений

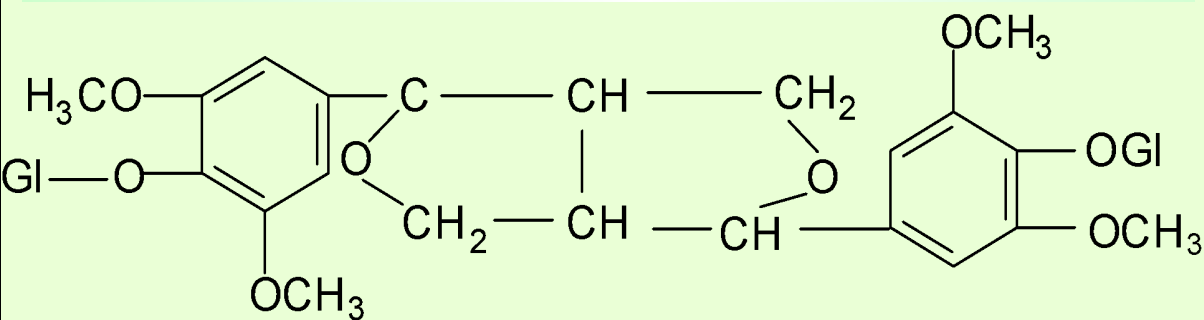
## 1. Простые фенолы (соединения с одним бензольным кольцом: C<sub>6</sub>; C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>; C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>)



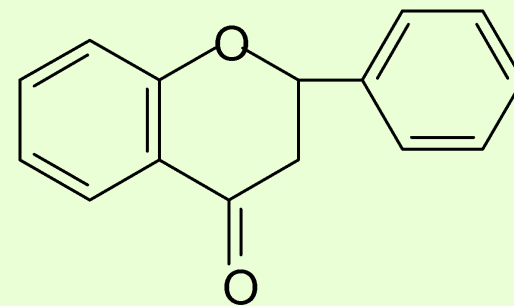
## 2. Фенилпропаноиды (гидроксикоричные спирты и кислоты, кумарины: C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>)



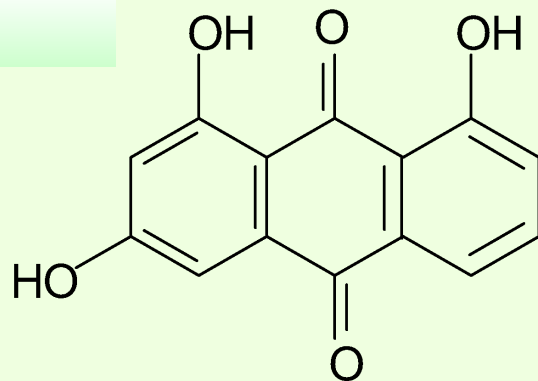
## 3. Лигнаны ( димеры фенилпропаноидов: (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)



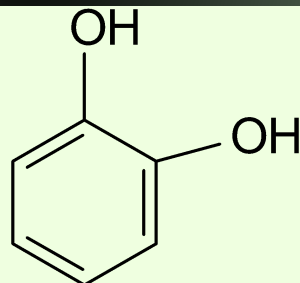
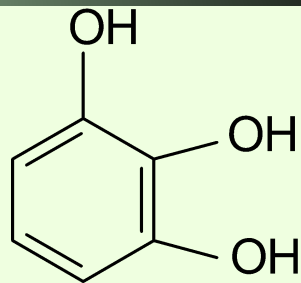
## 4. Флавоноиды (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>)



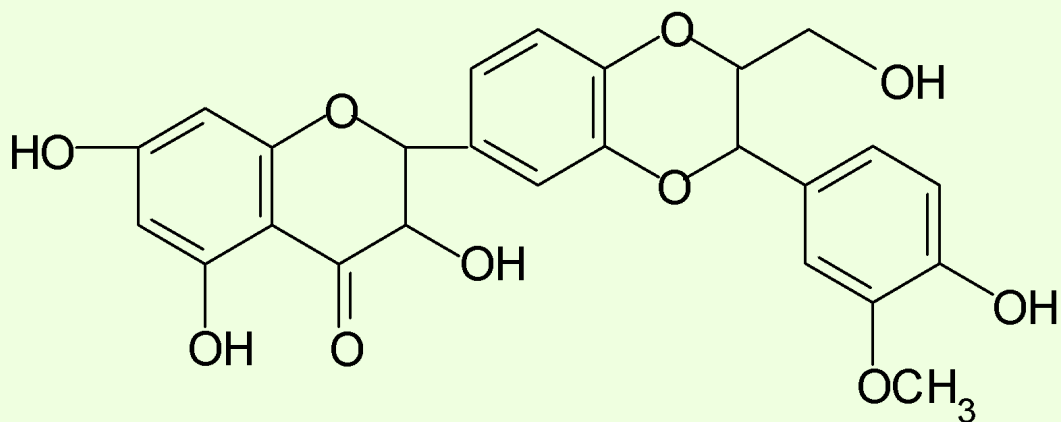
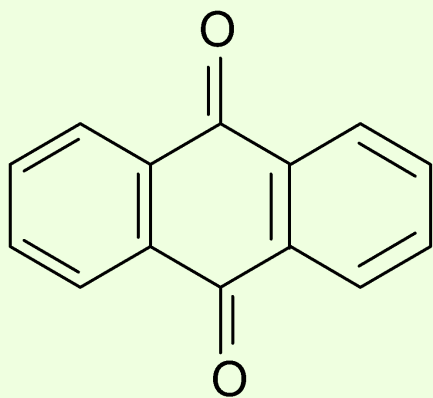
## 5. Антрагликозиды



## 6. Дубильные вещества (таннины) (полимерные соединения пирогаллола и пирокатехина)



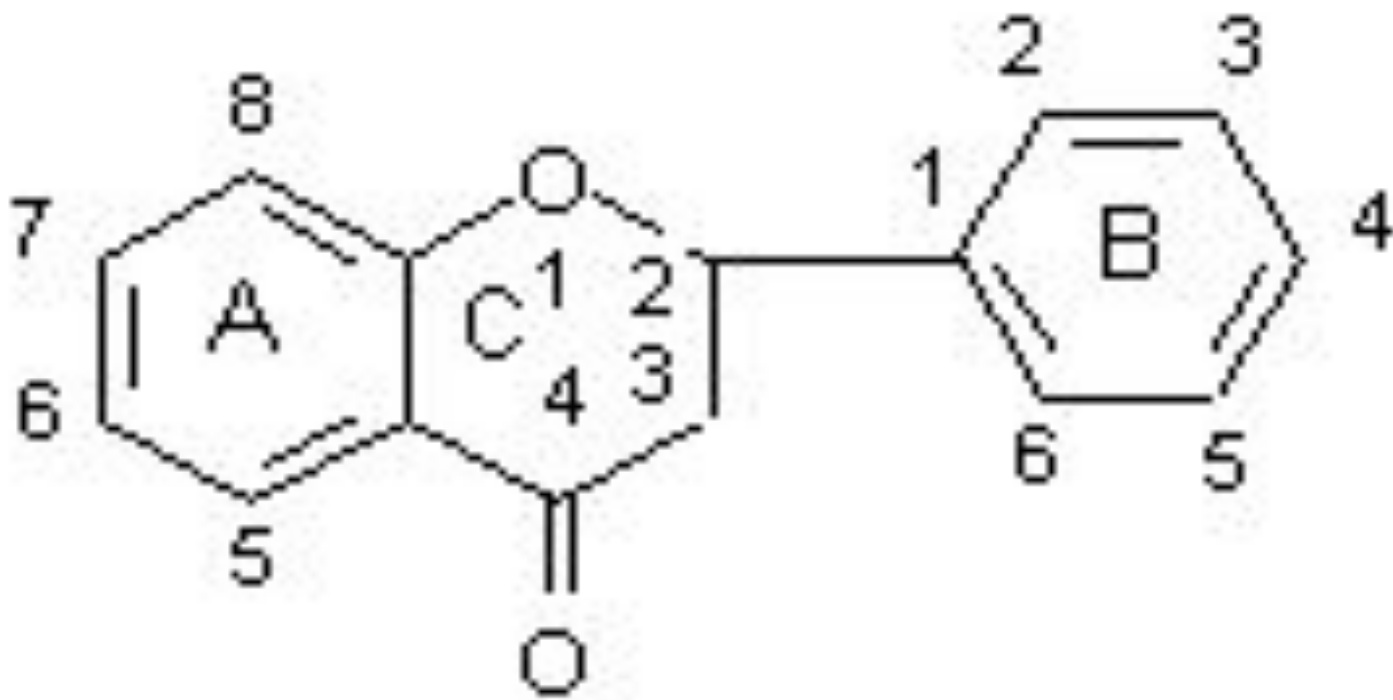
## 7. Хромоны, ксантоны, флаволигнаны



# Общая характеристика флавоноидов

Флавоноиды – это фенольные соединения, состоящие из двух бензольных колец (А и В), соединенных между собой трехуглеродной цепочкой **C6 – C3 – C6**

Это вещества дифенилпропанового ряда производные пирана (флавана), или  $\gamma$ -пирона



флаван

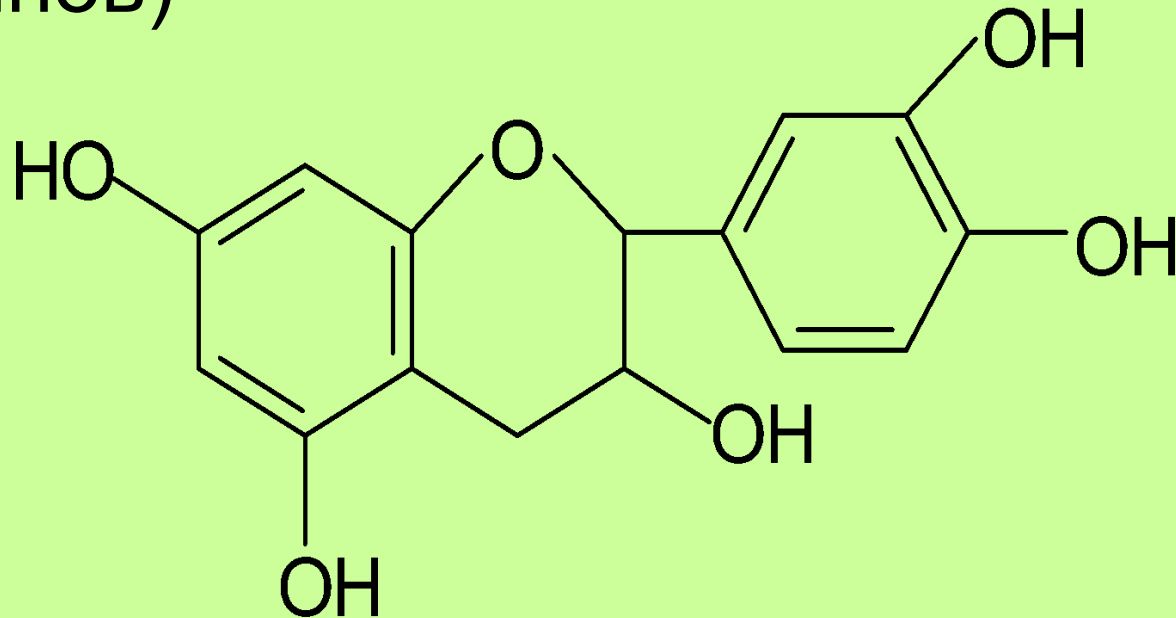
## Многообразие флавоноидов обусловлено:

- Структурными изменениями пропанового фрагмента;
- Наличием различных радикалов в ароматической части молекулы (кольцах А и В);
- Степенью гликозирования (количеством молекул сахара);
- Местом присоединения углеводных остатков и их природой;
- Конфигурацией гликозидных связей и характером сочленения агликона с углеводной частью ( О-гликозиды, С-гликозиды).

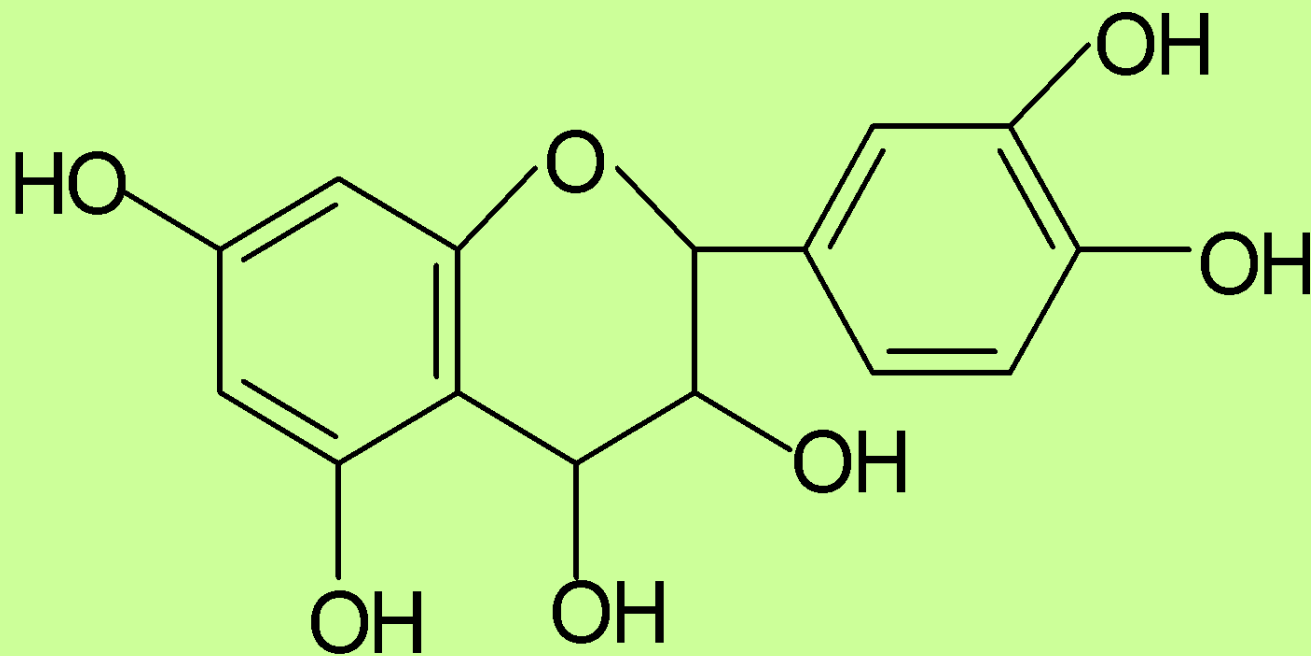
Кроме собственно флавоноидов в природе встречаются их димерные соединения — бифлавоноиды.

# Классификация флавоноидов

- Катехины (флаван-3-ол) (в составе танинов)

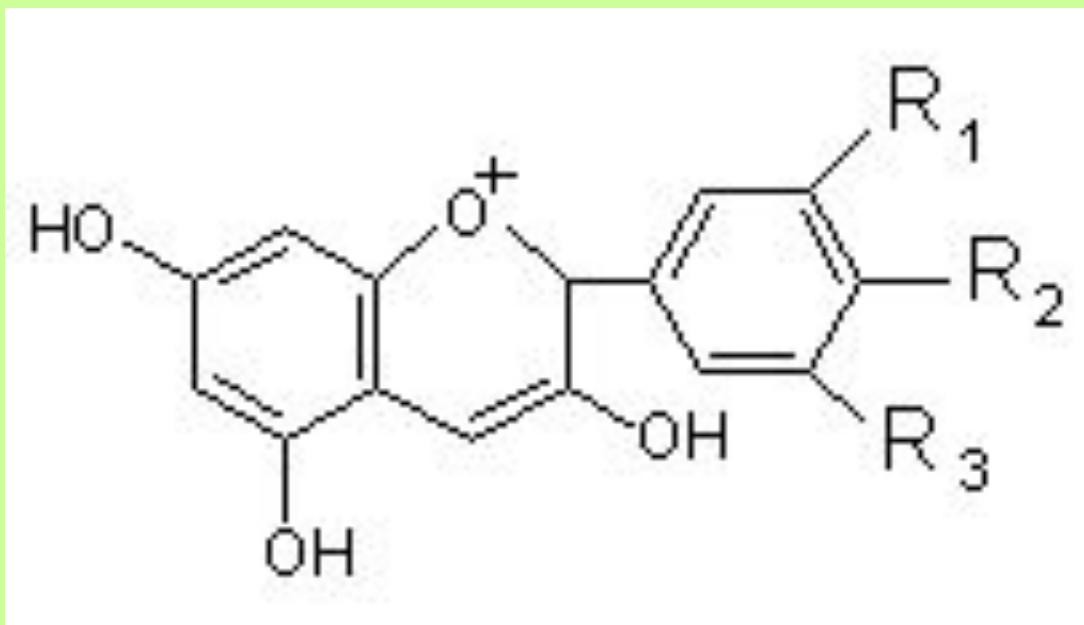


## 2. Лейкоцианидины (флаван-3,4-диол)

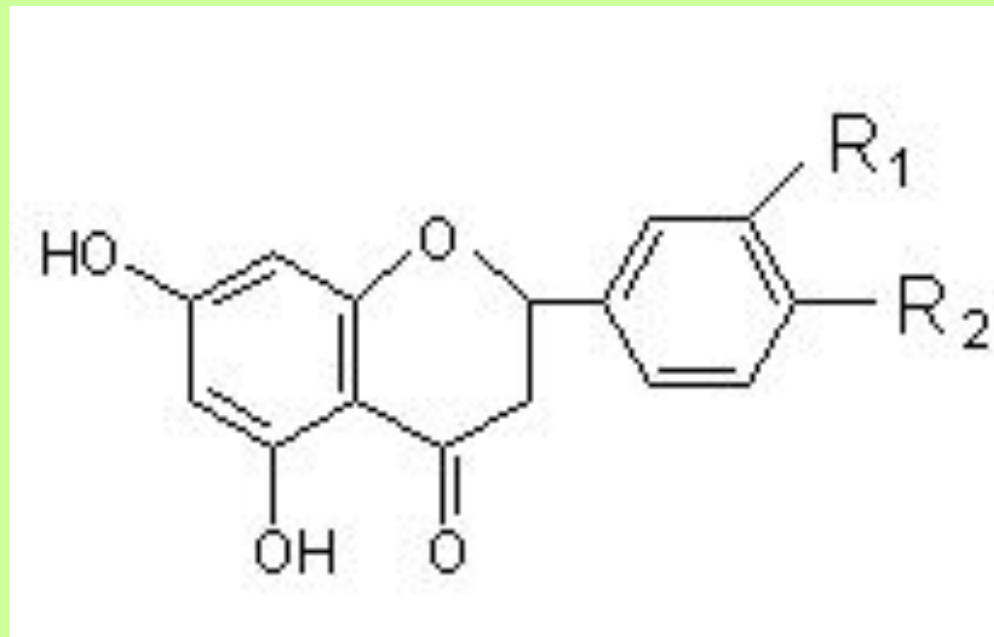




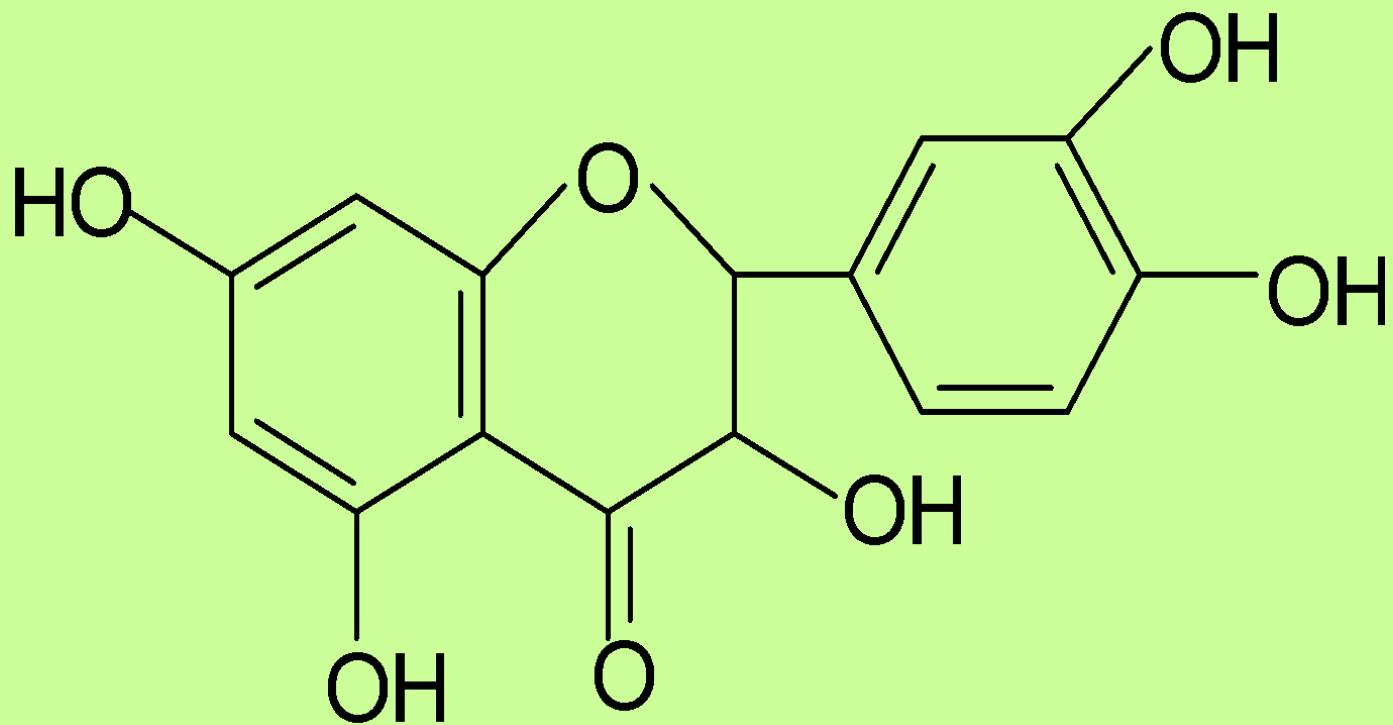
3. Антоцианидины (в кислой среде имеют розовую окраску; в щелочной – синюю, голубую)



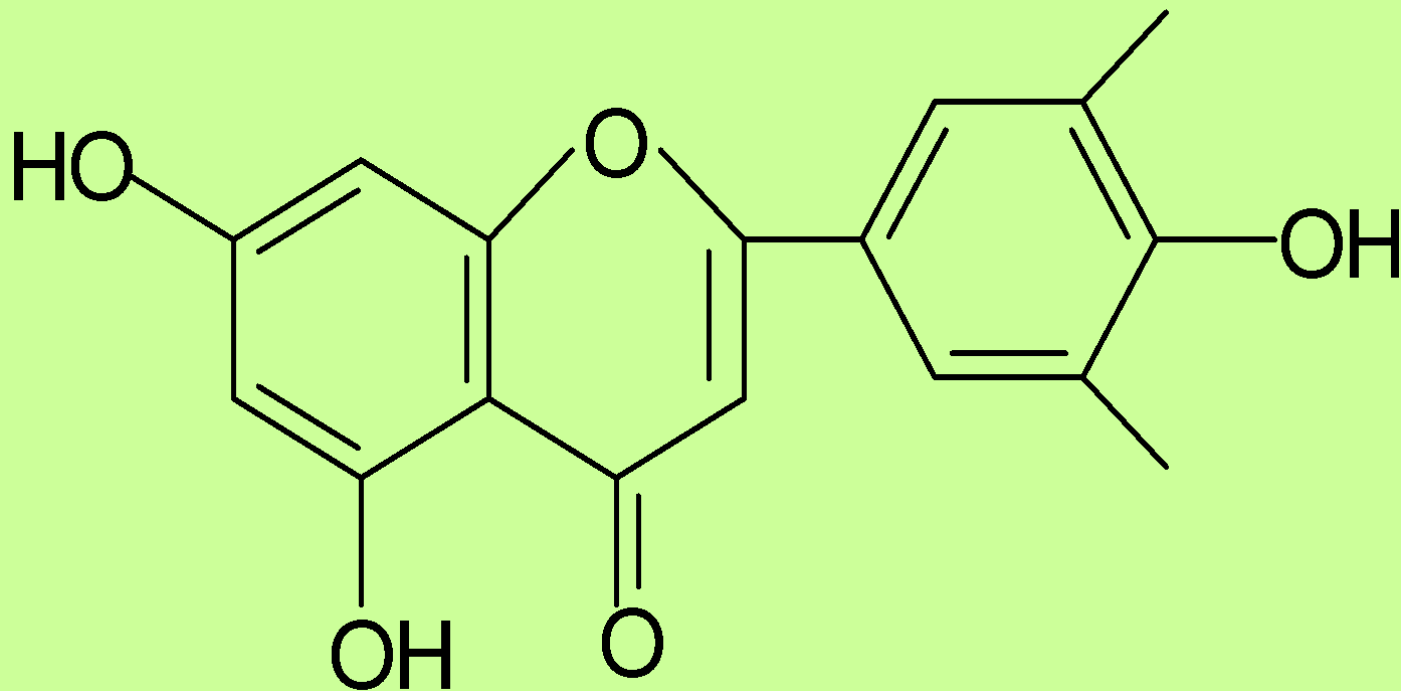
## 4. Флаваноны (ликвиритин солодки)



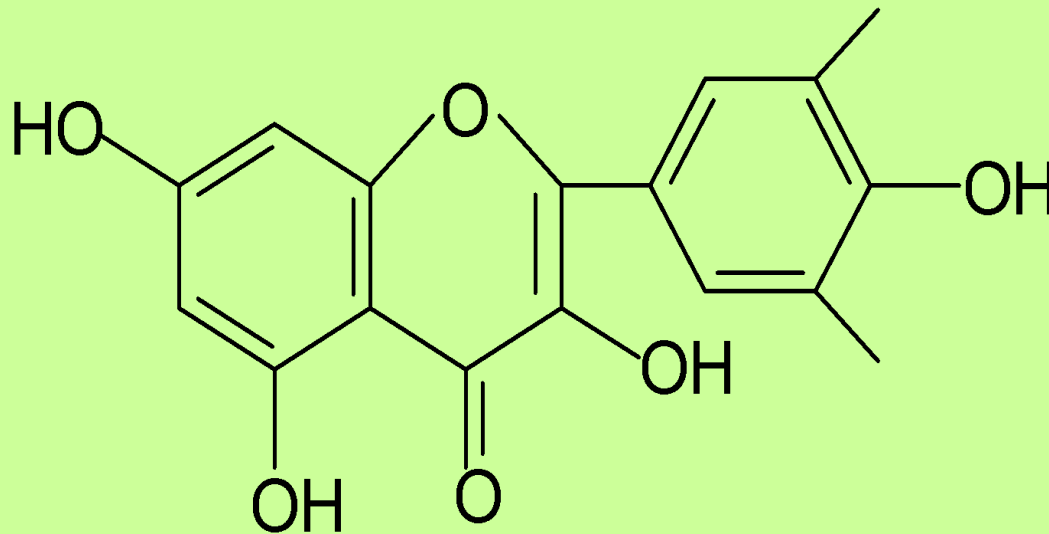
## 5. Флаванонолы



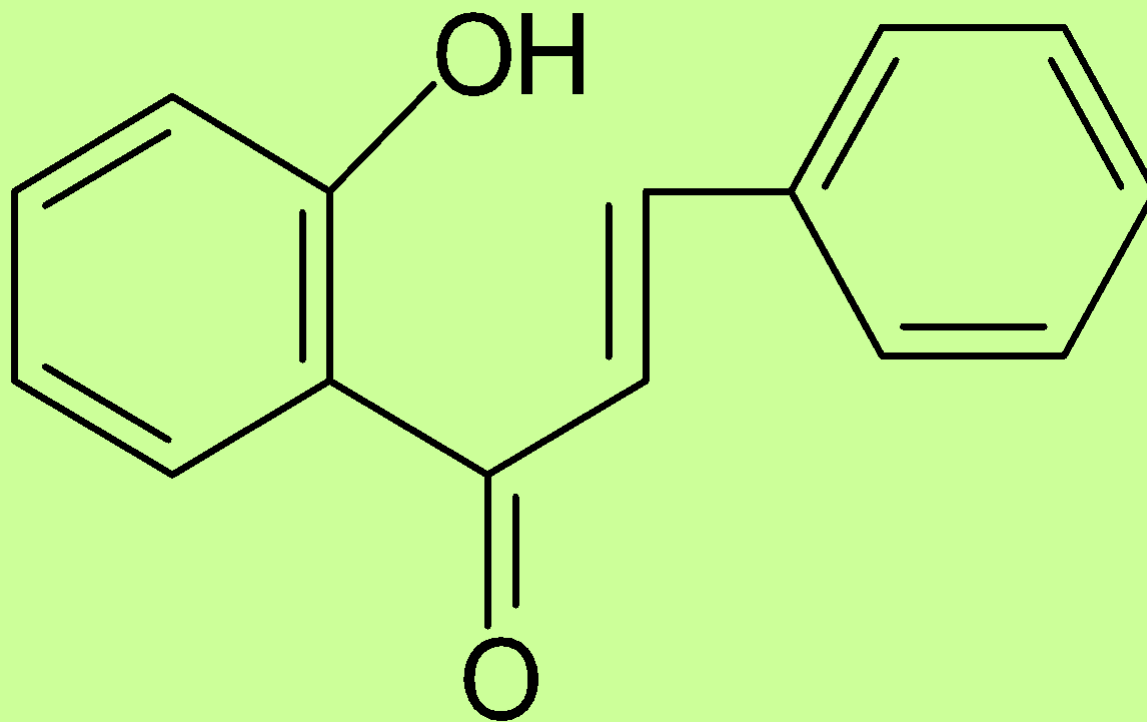
## 6. Флавоны (апигенин, лютеолин)



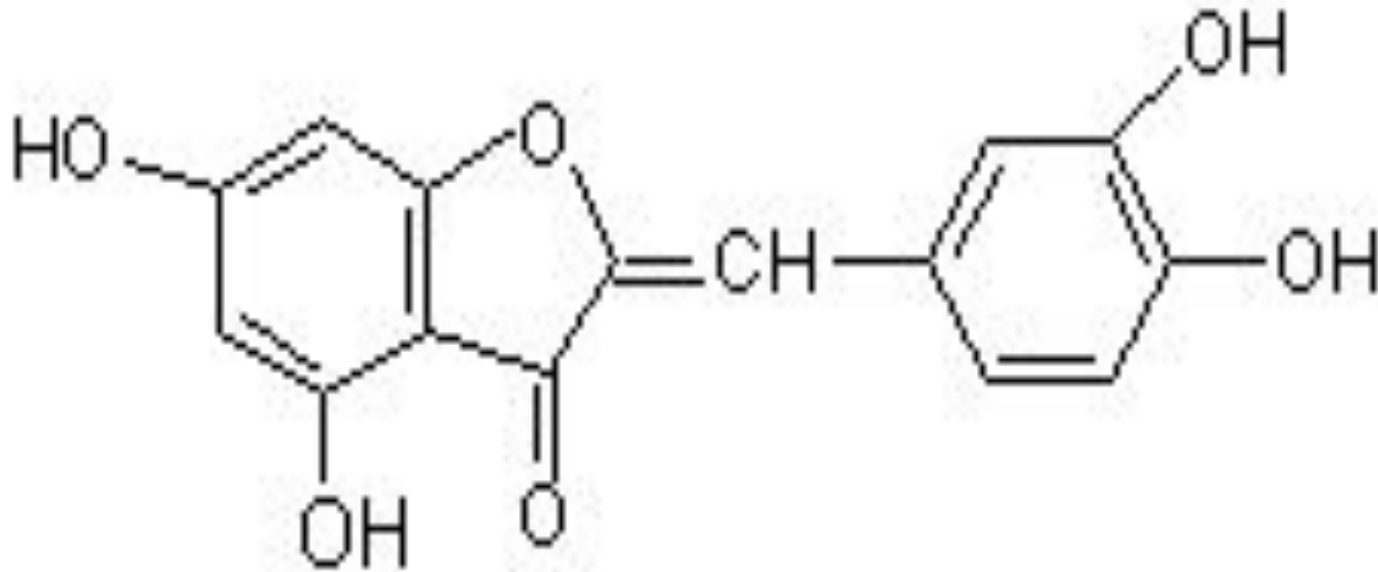
## 7. Флавонолы (кемпферол, кверцетин, мирицетин)



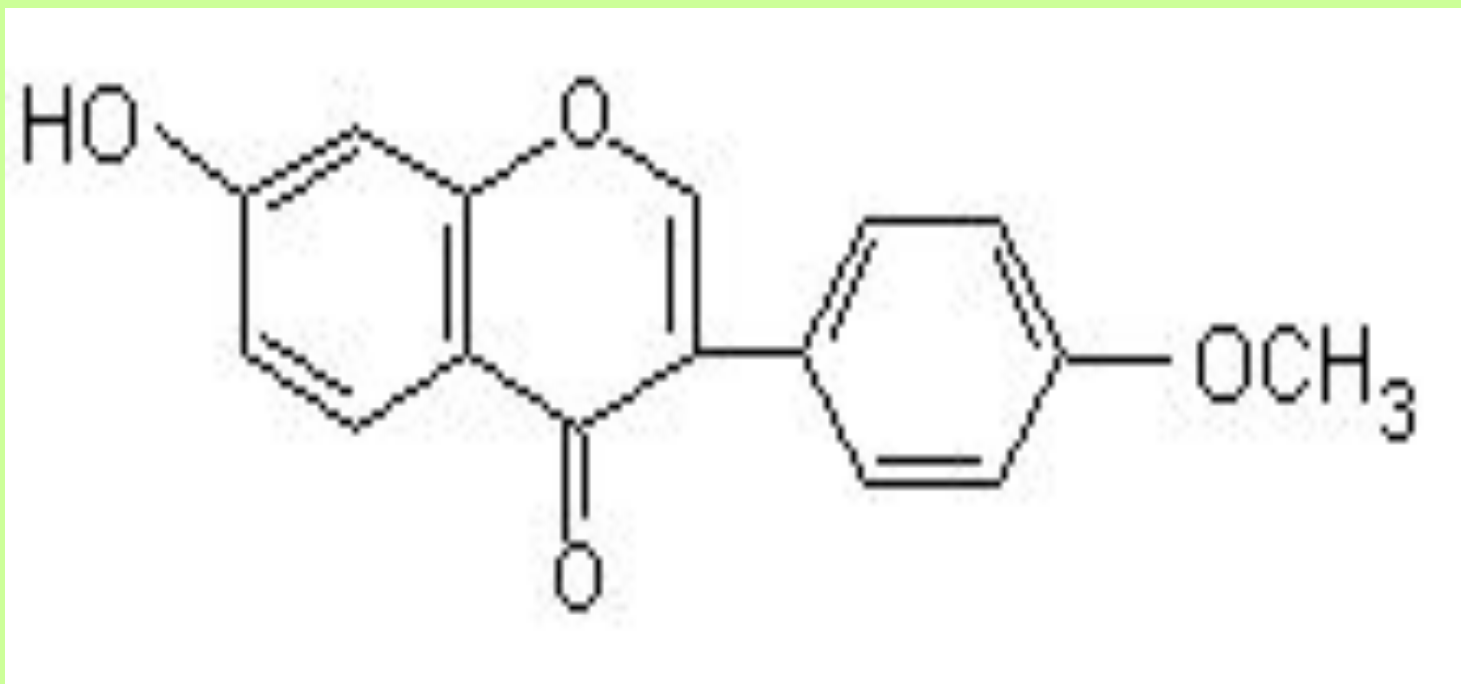
## 8. Халконы



## 9. Ауруны

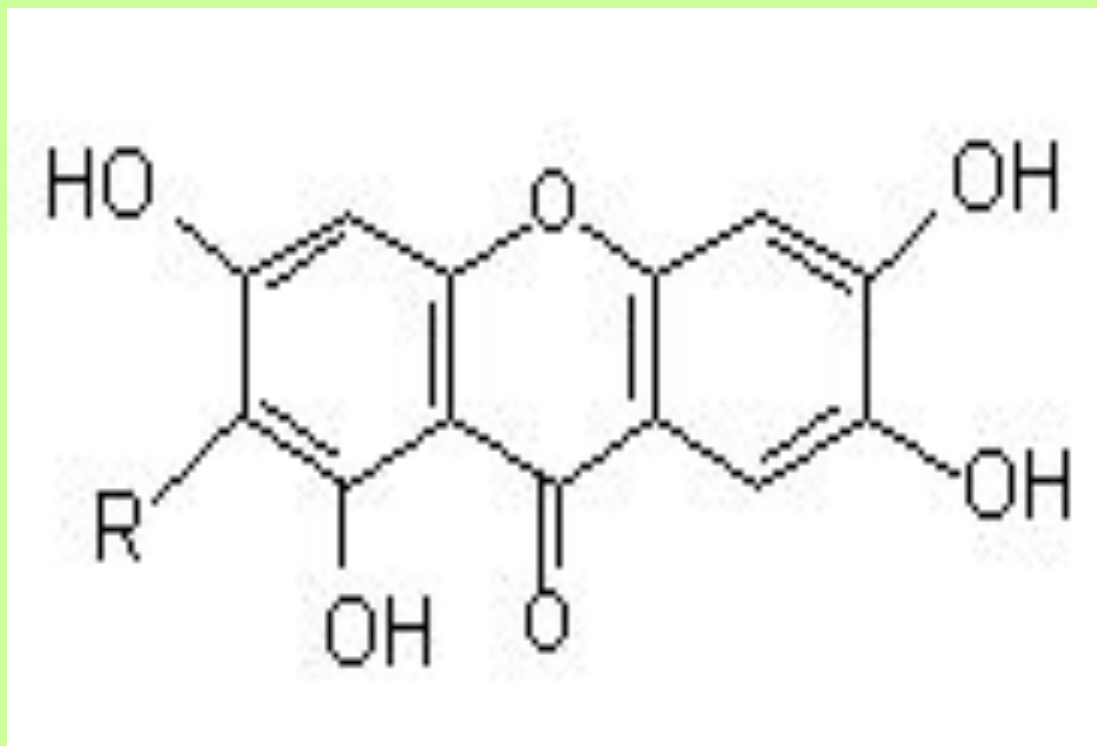


## 10. Изофлавоны

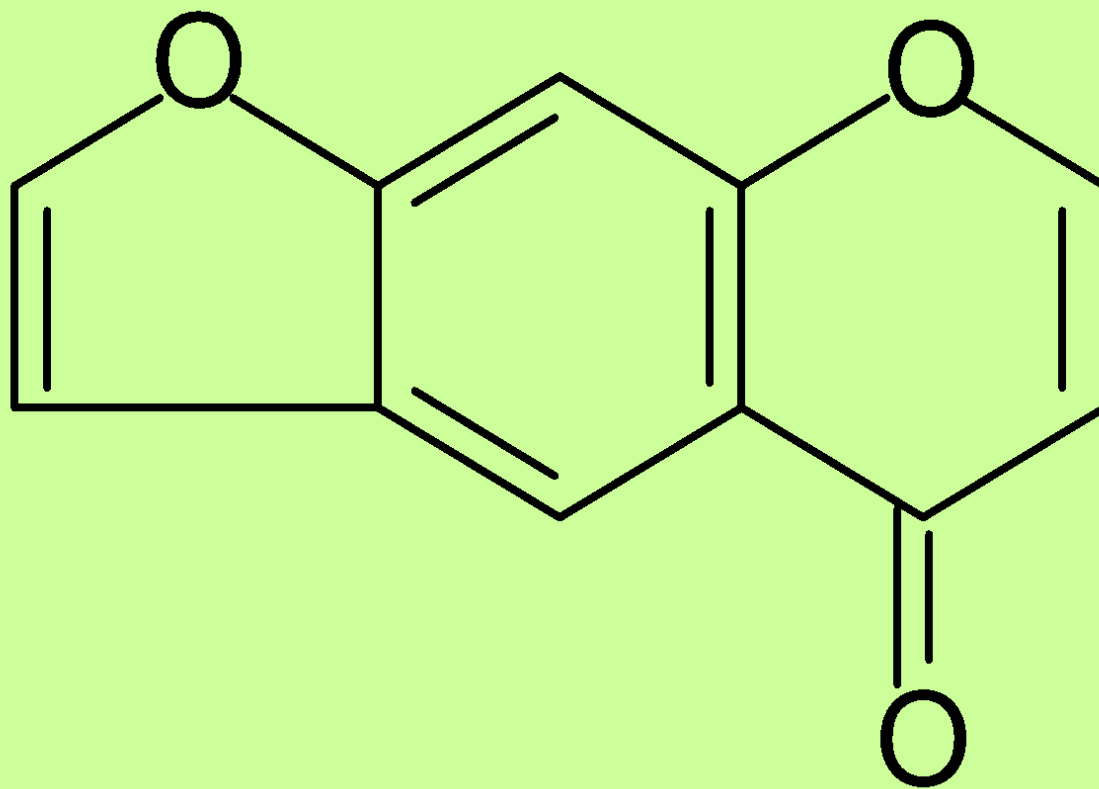




## 11. Ксантоны (мангиферин)



## 12. Фуранохромоны (келлин)



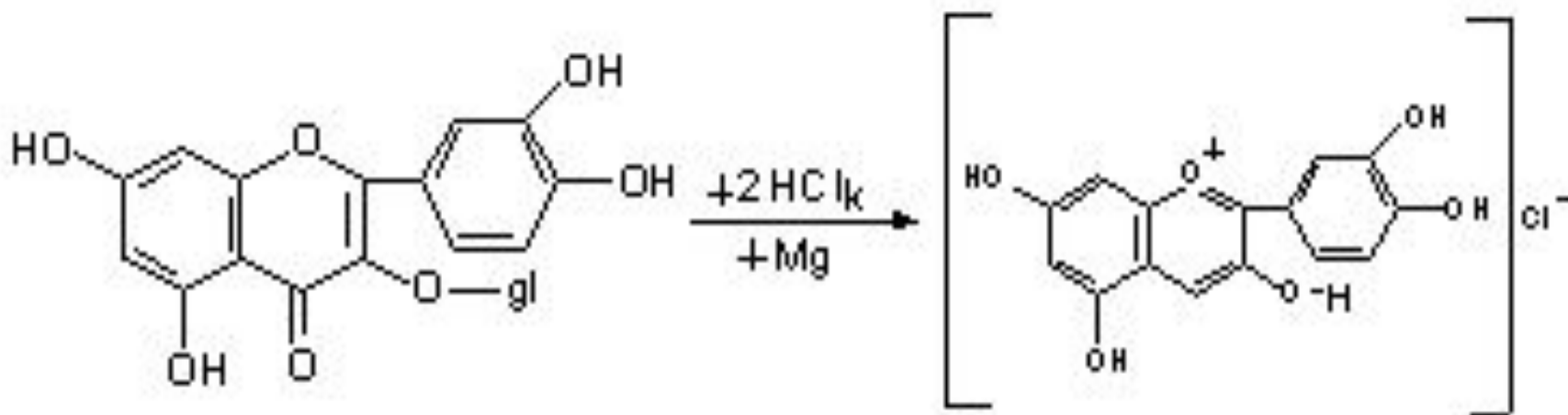
Углеводная часть **флавоноидных гликозидов** представлена чаще Д-глюкозой, Д-галактозой, Д-ксилозой, Д-глюкуроновой кислотой, L-рамнозой, L-арабинозой; биозидами: рутинозой (Д-глюкоза + L-рамноза).

# Методы обнаружения флавоноидов в растительном сырье

# 1. Качественные реакции.

Флавоноиды определяют в растительном сырье качественными реакциями в водных или водноспиртовых извлечениях.

- *Цианидиновая проба (проба Синода)*



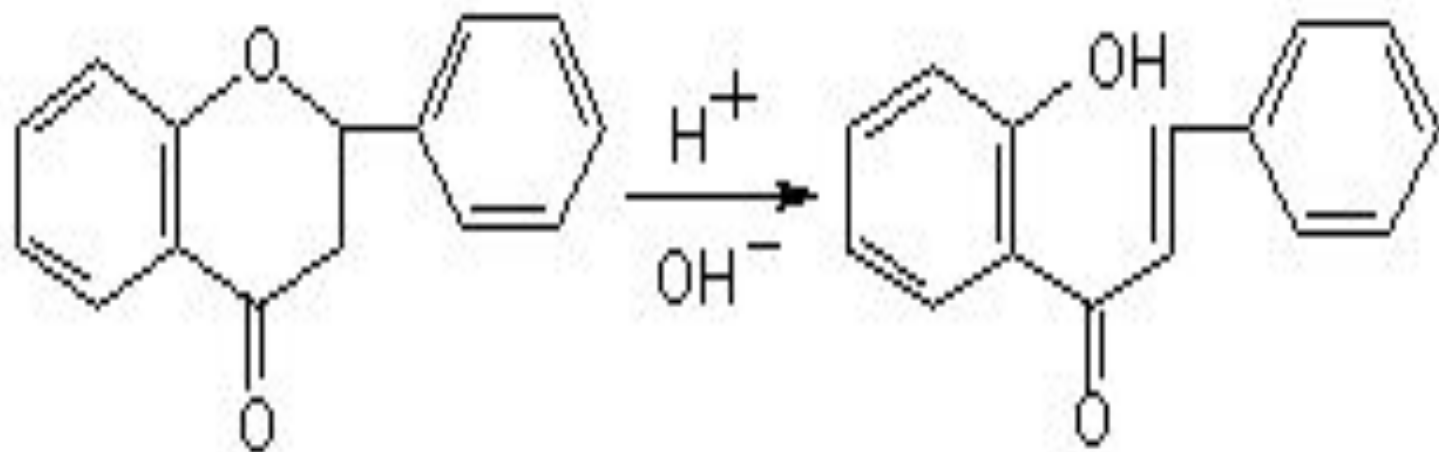
- Реакция со щелочами

*Флавоны и флавонолы* растворяются в щелочах с образованием желтой окраски.

С раствором аммиака *флавоны, флавононы и флавонолы* дают желтое окрашивание, при нагревании переходящее в оранжевое и красное; *халконы и ауроны* – красное, пурпурное; *антоцианы* – синее, фиолетовое окрашивание.

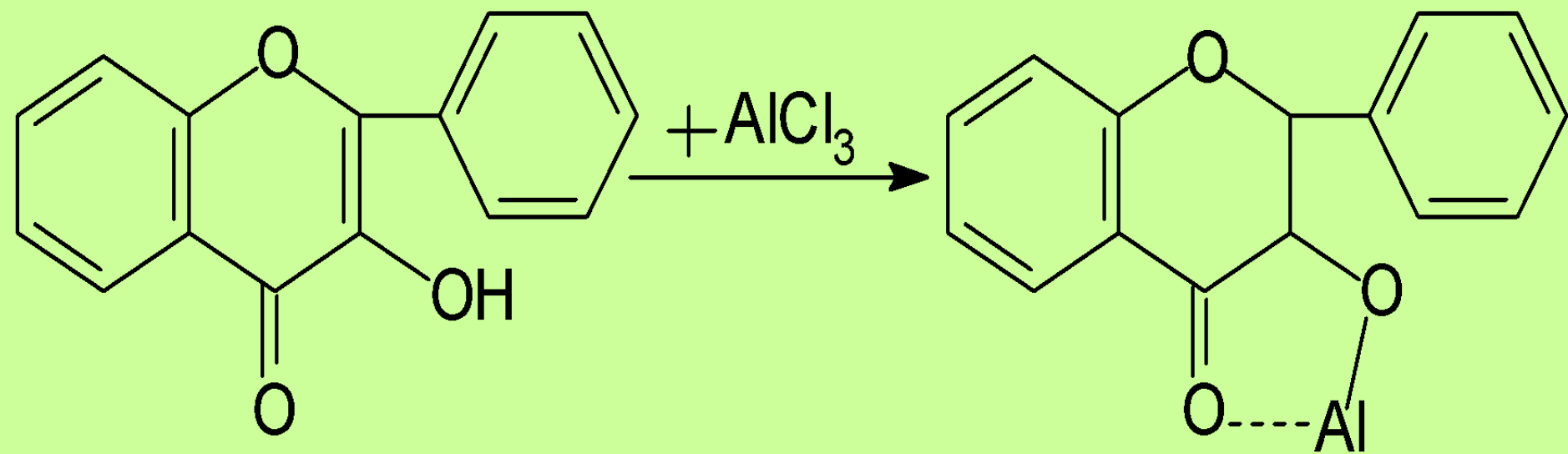
- Реакция с минеральными кислотами

При действии минеральных кислот на флавоны и флавонолы образуются интенсивно-желтые соли аксония, а флавононы дают соли халконов, окрашенные от ярко-оранжевого до малинового цвета





- Реакции с солями тяжелых металлов.
- С железа (3) хлоридом 5-оксифлавоны образуют комплексы, окрашенные в зеленый цвет; халконы, флавонолы и флавононолы образуют комплексы коричневого цвета. Данная реакция малоспецифична для флавоноидов.
- Со свинца ацетатом (средним и основным) обнаруживаются флавоноиды, содержащие о-диоксигруппу или сочетание о-оксикарбонил с о-диоксигруппой. Флавоны, халконы, ауроны со свободной гидроксильной группой в кольце В с ацетатом свинца дают ярко-желтую окраску.
- С алюминия хлоридом или цирконила хлоридом флавоноиды дают окрашенные в желтый цвет комплексы, которые флюоресцируют в УФ-свете. Реакция является **специфичной для флавоноидов**, но достоверна только при наличии в молекуле свободных гидроксильных групп при С-3 или С-5 и наличии карбонильной группы при С-4.



# Хроматографический анализ

Является наиболее достоверным методом для обнаружения флавоноидов в растительном сырье.

Используется одномерная и двумерная хроматография на бумаге и в тонком слое сорбента. Обнаружение флавоноидов проводят в УФ- и видимом свете, до и после проявления хроматограмм реактивами (алюминия хлоридом, щелочами и др.).

- Флавоны, флавонол-3-гликозиды, флавононы и халконы флюоресцируют коричневым цветом;
- флавонолы и флавонол-7-гликозиды – желтым и желто-зеленым;
- ксантоны – оранжевым;
- изофлавоны не проявляются.
- После проявления реактивами флюоресценция пятен усиливается.

# Количественное определение флавоноидов в растительном сырье

*Общие принципы количественного определения флавоноидов в сырье заключаются в следующем:*

- Экстракцию флавоноидов из лекарственного растительного сырья проводят этанолом различной концентрации (40%, 70%, 95%), реже метанолом.
- Полученное водно-спиртовое извлечение очищают от балластных и сопутствующих веществ различными способами:
  - а) хлороформом (цветки пижмы);
  - б) пропусканием через колонку с полиамидом (плоды боярышника);
  - в) хроматографированием на бумаге или в тонком слое (на пластинках).

Спектрофотометрическое определение флавоноидов в извлечении проводят различными способами в зависимости от степени его чистоты:

а) по собственной окраске в сравнении с Государственным стандартным образцом (ГСО) (гиперозид, салипурпозид и др.);

б) после проведения комплексообразующей реакции с алюминия хлоридом или хлористым цирконием также в сравнении с ГСО (рутин, кверцетин, авикулярин и др.).

# Основные фармакологические свойства флавоноидов

- Основным характерным свойством флавоноидов и других полифенолов является *P-витаминная активность* - укрепление стенок сосудов и, прежде всего, капилляров. Этому способствует синергизм рутина и кверцетина с аскорбиновой кислотой. Природный синергизм этих веществ представлен в ягодах, овощах, фруктах и в биологически активных комплексах лекарственных растений.

- Ряд растений, содержащих флавоноиды, применяются в качестве эффективных кровоостанавливающих средств (перец водяной, спорыш, горец почечуйный).
- На основе флавоноидов получены препараты желчегонного, противовоспалительного и противоязвенного действия (бессмертник песчаный, пижма обыкновенная, володушка многожилчатая, сушеница топяная, солодка, датиска коноплевая).



- Флавоноиды обладают спазмолитическим, сосудорасширяющим, гипотензивным и успокаивающим действием, улучшают кровоснабжение тканей, в том числе сердечной мышцы, поэтому применяются при патологии сердечно-сосудистой системы, сердечных неврозах (пустырник пятилопастной, боярышник, шлемник байкальский)

- Для флавоноидов характерно мягкое диуретическое и гипоазотемическое действие, вследствие чего они широко применяются при заболеваниях почек и мочевыводящих путей (василек синий, хвощ полевой, стальник полевой, фиалка, золотарник канадский ).
- В настоящее время на основе природных флавоноидов получены препараты гипогликемического (створки плодов фасоли) и противовирусного (леспедеца копеечниковая) действия.