



**Общая характеристика  
алкалоидов**



# История

Растения, содержащие алкалоиды, использовались человеком с древнейших времён как в лечебных, так и в рекреационных целях.

Так, в Месопотамии лекарственные растения были известны уже за 2000 лет до н. э.

В «Одиссее» Гомера упоминается подаренное Елене египетской царицей снадобье, дарящее «забвенье бедствий». Считается, что речь шла о средстве, содержавшем опиум.



эфедра

В I—III веках до н. э. в Китае была написана «Книга домашних растений», в которой упоминалось медицинское использование эфедры и мака.



← Листья коки использовались индейцами Южной Америки также с древних времён.



## История

Экстракты растений, содержащие ядовитые алкалоиды, такие как **аконитин** и **тубокурарин**, использовались в древности для изготовления отравленных стрел.

Изучение алкалоидов началось в XIX веке.

В **1804** году немецкий аптекарь **Фридрих Сертюрнер** выделил из опиума «снотворный принцип» (лат. *principium somniferum*), который он назвал «**морфием**» в честь Морфея, древнегреческого бога сновидений.







Фридрих Сертурнер, немецкий аптекарь, впервые выделивший морфин из опиума

## Высокоалкалоидные растения



Белена черная *Hyoscyamus niger*



Дурман обыкновенный *Datura stramonium*



Мак снотворный *Papaver somniferum*



Барвинок розовый *Catharanthus roseus*



**Хинное дерево (цинхона)** стало знаменитым благодаря своей коре — южноамериканские туземцы лечили ею малярию. Европейцы узнали о его целебных свойствах ещё в XVI веке. В качестве лекарственного сырья используют высушенную кору стволов, ветвей и корней.





Катарантус розовый (*Catharanthus roseus*) – вид вечнозеленых многолетних полукустарников, вид рода Катарантус (*Catharanthus*) семейства Кутровые (Аросунасеae). Одно из наиболее изученных растений, обладающих противоопухолевой активностью.



Катарантус розовый (барвинок розовый) продуцирует противораковые алкалоиды, механизм действия которых связан с блокадой тубулина и остановкой клеточного деления в метафазе. Стоимость субстанции ВИНКРИСТИНА на мировом рынке достигает 30 тыс. долларов за 1 кг., ВИНБЛАСТИНА - около 20 тыс. за кг.



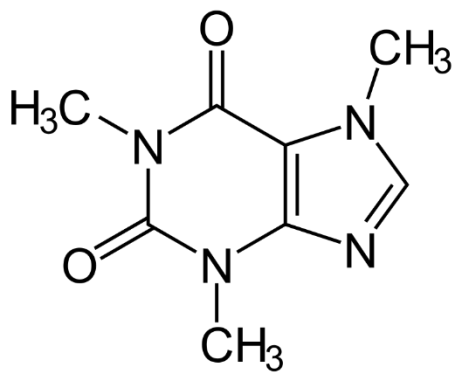
Клещевина обыкновенная (*Ricinus communis*) – семейство молочайные (Euphorbiaceae) – масличное, лекарственное и декоративное садовое растение.



Все части растения содержат белок рицин и алкалоид рицинин, ядовиты для человека и животных (ЛД<sub>50</sub> около 500 мкг). Приём семян растения внутрь вызывает энтерит, рвоту и колики, кровотечения из желудочно-кишечного тракта, нарушение водно-электролитного баланса и смерть через 5-7 дней. Вред здоровью непоправим, выжившие не могут полностью восстановить здоровье, что объясняется способностью рицина необратимо разрушать белки тканей человека. Вдыхание порошка рицина аналогично поражает лёгкие.



# Кофеин и растения, его содержащие



Кокаиновый куст



Кофейное дерево



Чайный куст



Гуарана (спортивное питание)



Падуб парагвайский (матэ)



Шоколадное дерево



Табак (*Nicotiana*) – род многолетних и однолетних растений семейства Паслёновые (*Solanaceae*). Содержит никотин, культивируется как стимулятор, частично подавляющий чувство голода, разжижающий кровь, ослабляющий свертываемость крови и приводящий к частичной деминерализации организм.



Т. крылатый



Т. клейкий



Т. виргинский



Т. деревенский



Т. древовидный



Т. душистый



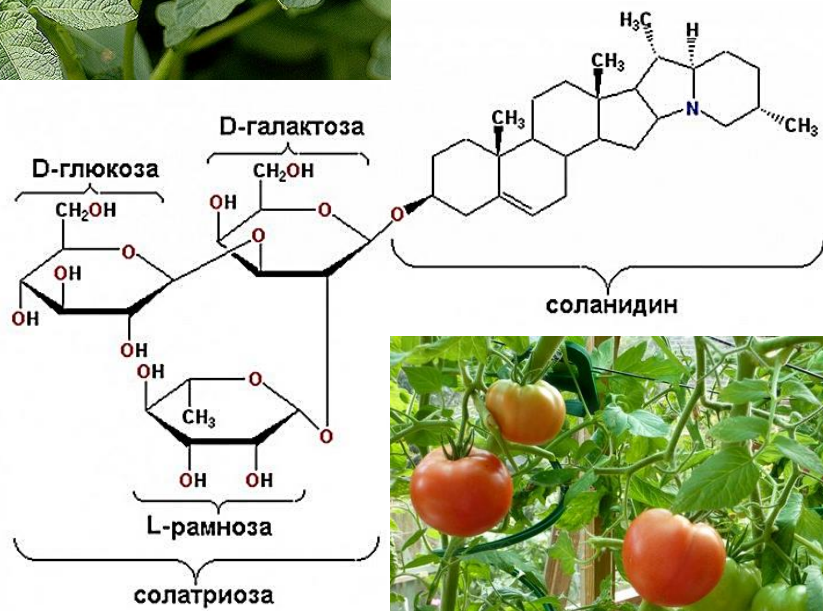









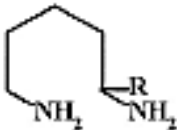
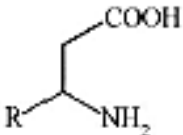
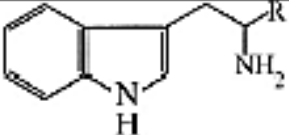
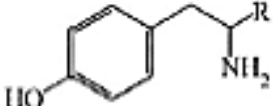
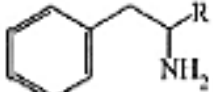
# Не боимся мы его – Бармалея твоего...



Алкалоид соланин



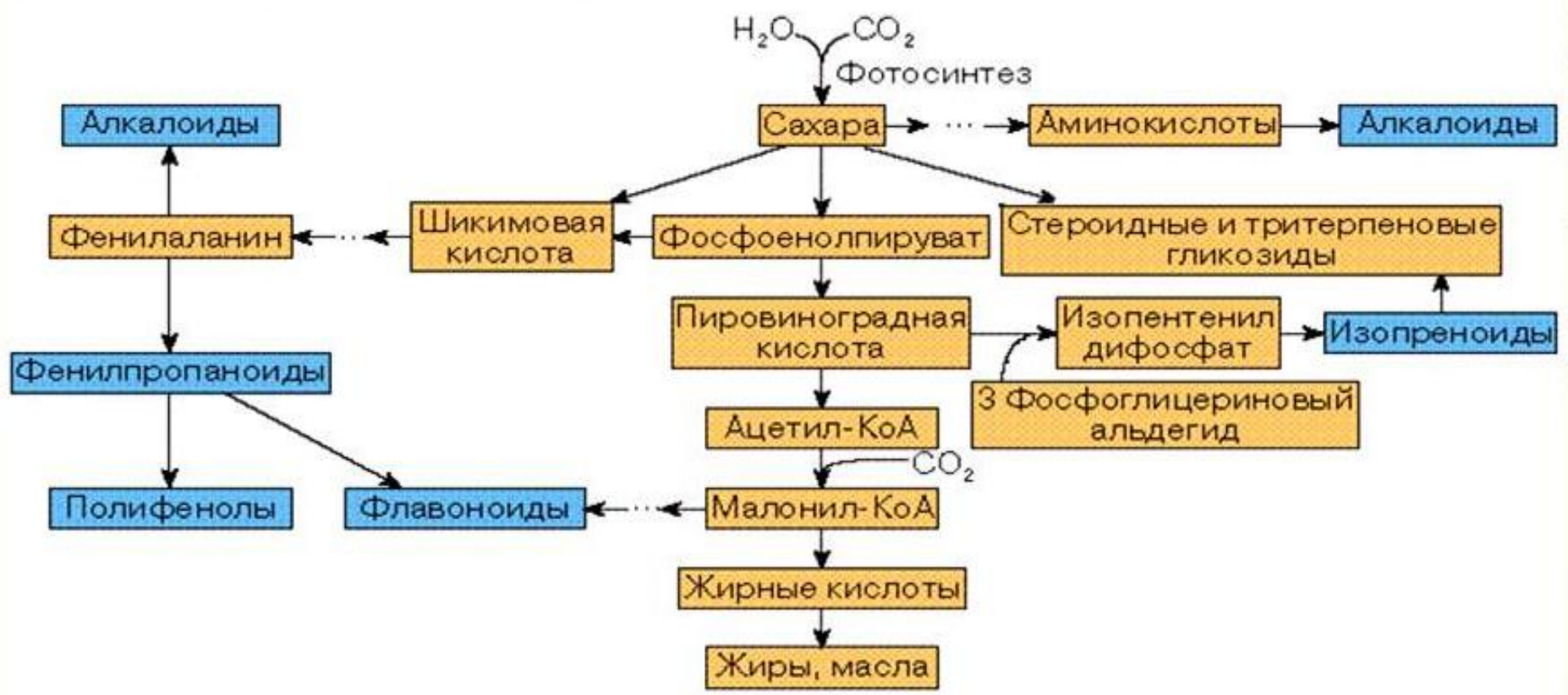
# Аминокислоты и их амины, участвующие в биосинтезе N-гетероциклов алкалоидов

Структура	Аминокислота (R=COOH)	Амин (R=H)
	Орнитин	Путресцин
	Лизин	Кадаверин
	Аспарагиновая кислота	β-аланин
	Триптофан	Триптамин
	Тирозин	Тирамин
	Фенилаланин	Фенилэтиламин



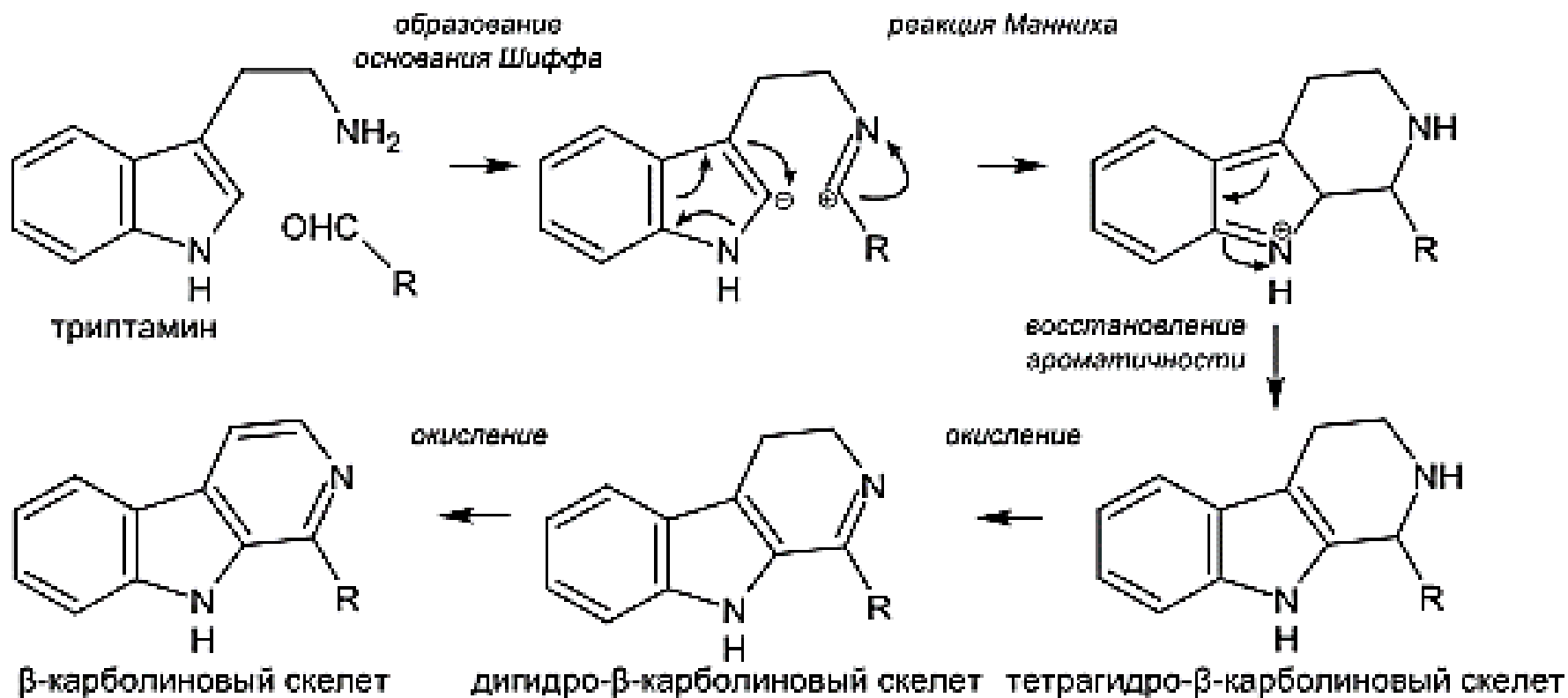
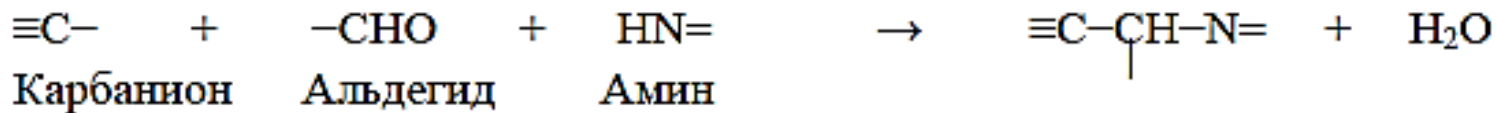
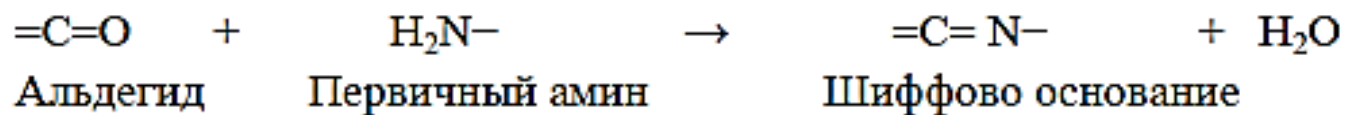
В подавляющем большинстве случаев предшественниками алкалоидов являются различные аминокислоты. Аминокислоты в процессе синтеза алкалоидов подвергаются разнообразным ферментативным преобразованиям: их молекулы могут окисляться дегидратироваться, восстанавливаться, соединяться с различными функциональными группами. Обычно на конечных этапах синтеза происходит одной или многократной циклизации.

Схема путей биосинтеза основных классов вторичных метаболитов из продуктов первичного обмена.





## Этапы биосинтеза алкалоидов



В третьей группе реакций происходит окислительное сочетание фенольных колец. Далее следует модификация базовой структуры.



## Классификация алкалоидов, номенклатура

---

- Классифицируют алкалоиды по химическому строению (химическая классификация) и по принадлежности к растительным источникам (ботаническая).
- Различают также истинные алкалоиды, содержащие азот в гетероцикле, и протоалкалоиды, содержащие внециклический азот, например, эфедрин и мескалин.
- В основном преобладают тривиальные названия, зачастую происходящие от растительных источников.



# Классификация

В основу классификации алкалоидов могут быть положены разные принципы, поэтому различают несколько видов классификаций алкалоидов.

## 1. Фармакологическая классификация

В основе лежит характер фармакологического действия алкалоидов на организм:

- наркотические алкалоиды;
- местноанестезирующие алкалоиды;
- спазмолитические алкалоиды и т.д.



## Химическая классификация

- Алкалоиды с азотом в боковой цепи или ациклические алкалоиды (без гетероциклов)- Эфедрин, капсаицин, колхицин и колхамин
- Алкалоиды, производные пирролидина и пирролизидина - платифиллин.
- Алкалоиды, производные пиридина и пиперидина:
  - простые производные пиридина и пиперидина- лобелин, конииин
  - бициклические неконденсированные системы- анабазин, никотин
  - бициклические конденсированные системы пиперидина и пирролидина- гиосциамин, скополамин
- Алкалоиды, производные хинолизидина- пахикарпин, термопсин, цитизин.
- Алкалоиды, производные хинолина- хинин, эхинопсин
- Алкалоиды, производные изохинолина- морфин, кодеин, папаверин, хелеритрин, сангвинарин, глауцин, берберин
- Алкалоиды, производные индола- резерпин и аймалин, стрихнин, винбластин и винкристин
- Алкалоиды, производные пурина- кофеин, теобромин
- Алкалоиды, производные хиназолина- пеганин
- Алкалоиды, производные имидазола- пилокарпин
- Стероидные алкалоиды- соласонин
- Дитерпеновые алкалоиды
- Алкалоиды неустановленного строения



## **АЛКАЛОИДЫ В ХИМИКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОМ ОТНОШЕНИИ**

*Алкалоиды - органические азотистые основания сложного состава, встречающиеся в растениях (реже в животных организмах) и обладающие сильным фармакологическим действием.*

### **Классификация алкалоидов:**

**1. Производные пиридина, пиперидина и хинолизидина (жидкие алкалоиды):**

- а) моноциклические (кониин, ареколин)
- б) бициклические (анабазин, никотин)
- в) полициклические (пахикарпин)

**2. Производные тропана (пиперидил-пирролидина):** атропин, гиосциамин, скополамин, кокаин

**3. Производные хинолина ( $\alpha,\beta$ -бензопиридина):** хинин

**4. Производные изохинолина ( $\beta,\gamma$ -бензопиридина): (группа опийных алкалоидов):**

- а) производные фенантренизохинолина (морфин, кодеин, дионин, апоморфин, героин)
- б) производные бензилизохинолина (папаверин, наркотин)

**5. Производные индола (бензопиррола):** стрихнин, бруцин, резерпин

**6. Производные пурина:** кофеин, теобромин, теофиллин

**7. Производные 1-метилпирролизидина:** саррацин, платифиллин

**8. Ациклические алкалоиды:** эфедрин

**9. Алкалоиды стероидоподобного строения:** вератрин

**10. Алкалоиды неустановленного строения:** аконитин



## Классификация алкалоидов по Орехову

1. Алкалоиды с азотом в боковой цепи - эфедрин из различных видов эфедры,
2. Производные пирролидина и пирролизидина
3. Производные пиридина и пиперидина
4. Алкалоиды производные тропана -, атропин, скополамин из белены, дурмана.
5. Производные хинолизидина -, термопсис.
6. Производные хинолина - хинин из хинной коры.
7. Производные изохинолина -, морфин и папаверин из коробочек мака, алкалоиды чистотела,.
8. Производные индола - алкалоиды спорыньи
9. Производные пурина - кофеин из листьев чая и семян колы.
10. Стероидные алкалоиды -, алкалоиды чемерицы и др



# Классификация.

- Почти все алкалоиды образуются из аминокислот, и лишь немногие – другим образом. Если алкалоиды образуются не из аминокислот, их называют **псевдо-алкалоидами**.
- Азот-содержащие соединения (метиламин, триметиламин и другие простые амины), а также аминок-ты и продукты их превращений, хотя и обладают основными свойствами, к алкалоидам не относят. Протеиногенные амины (тирамин др.) и бетаины (стахидрин, тригонеллин и др.) рассматриваются как переходные соединения.
- Из классификаций алкалоидов, для фармакогнозии по-видимому, наиболее приемлема та, которая предложена акад. А.П. Ореховым.
- В основе ее лежит положение N в молекуле и структура гетероцикла. Большинство алкалоидов – гетероциклические соединения (с N в цикле) – это **истинные алкалоиды**, или **эуалкалоиды**.
- Но небольшое число алкалоидов содержат N в боковой цепи или даже вовсе являются ациклическими соединениями. Это – **протоалкалоиды**.