

# МЕТАБОЛИЗМ

---

Кафедра физиологии и биохимии животных  
Нижегородской ГСХА  
доцент, к.б.н. Иващенко М.Н.

## **Метаболизм** (от греч. изменение, превращение)

---

– это совокупность процессов превращения веществ и энергии в организме, происходящих с участием ферментов. Это строго упорядоченная система биохимических и физиологических процессов, которые обеспечивают поступление питательных и других веществ в организм, их усвоение, превращение внутри клеток, а также выведение образовавшихся продуктов обмена во внешнюю среду.

# В ХОДЕ МЕТАБОЛИЗМА ВЫДЕЛЯЮТ ВНЕШНИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ОБМЕН:

---

Внешний обмен – внеклеточное переваривание веществ на путях их поступления и выделения из организма.

Промежуточный обмен (метаболизм) – превращение веществ внутри клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов.

# ФУНКЦИИ МЕТАБОЛИЗМА

---

- 1) снабжение химической энергией, которая добывается путем расщепления богатых энергией пищевых веществ, поступающих в организм из среды, или путем преобразования улавливаемой энергии солнечного света;
- 2) превращение молекул пищевых веществ в предшественники, участвующие в построении собственных макромолекул;
- 3) сборку макромолекулярных (белков, нуклеиновых кислот, липидов, полисахаридов) и надмолекулярных (мембран, рибосом, органоидов и т.д.) структур живого организма, т.е. пластическое и энергетическое поддержание его структуры;
- 4) синтез и разрушение тех биомолекул, выполняющих специфические функции в организме (мембранные липиды, внутриклеточные посредники, пигменты, актин и миозин - мышечные белки и т.д.).

**Превращение органических соединений в клетке происходит в ходе последовательных реакций, которые называются *метаболическими путями*.**

**Метаболические пути, в которых объединяются процессы распада и синтеза органических соединений, называются *амифоблическими*.**

**Метаболиты** – вещества, образующиеся в процессе метаболических превращений (промежуточные и конечные).

**Метаболический ответ организма** - совокупность биохимических реакций организма, скорости и направленности их протекания при воздействии какого-либо фактора.

# РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА

---

**Внутриклеточные регуляторные** механизмы влияют на активность ферментов и их синтез (количество). Регуляторное воздействие могут оказывать конечные продукты реакции, отдельные метаболиты и энергетические субстраты. Они либо активируют, либо подавляют активность ферментов, что изменяет скорость отдельных биохимических реакций или всего метаболического пути. Так, например, скорость образования АТФ в митохондриях регулируется уровнем ее концентрации в клетке.

**Гормональная регуляция** обмена веществ осуществляется специфическими веществами - гормонами. Гормоны регулируют внутриклеточный обмен через вторичные посредники, такие как циклические нуклеотиды, ионы кальция, а также белками-рецепторами и др. Изменение их содержания в клетке также влияет на скорость метаболизма.

**Нервная система** координирует и объединяет все звенья обмена веществ, воздействуя на указанные выше системы регуляции.

# МЕТАБОЛИЗМ СОСТОИТ ИЗ ДВУХ ПРОЦЕССОВ:

## КАТАБОЛИЗМ

(ДИССИМИЛЯЦИЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН)

*процессы расщепления крупных органических молекул, сопровождающиеся выделением энергии (катаболические пути).*

*Конечными продуктами катаболизма являются  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , мочевая кислота, мочевина.*

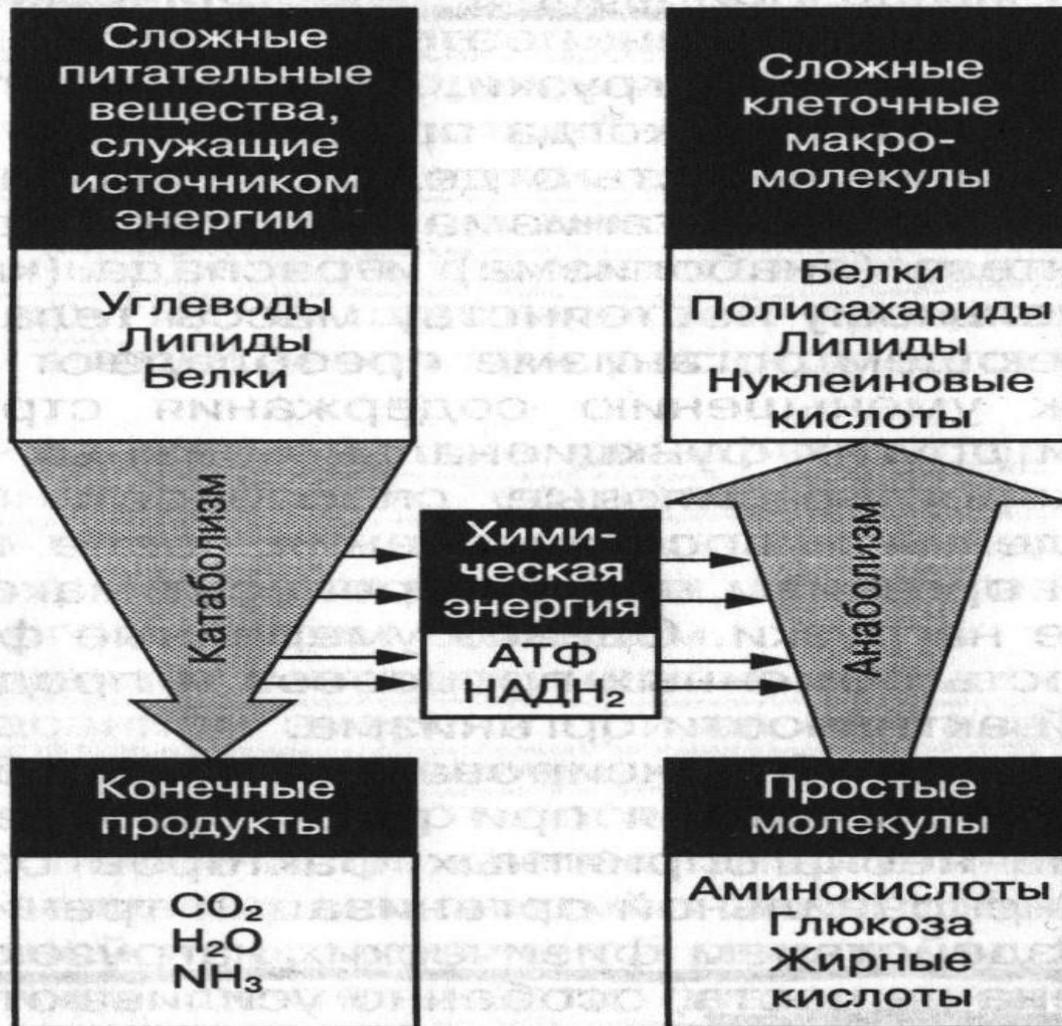
## АНАБОЛИЗМ

(АССИМИЛЯЦИЯ, ПЛАСТИЧЕСКИЙ ОБМЕН)

*процессы ферментативного синтеза органических соединений (макромолекул), сопровождающиеся затратой энергии (анаболические пути).  
Используемая энергия образуется в реакциях катаболизма.*

*Субстраты для синтеза*

# ВЗАИМОСВЯЗЬ АНАБОЛИЧЕСКИХ И КАТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ



# ЭТАПЫ РАСПАДА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Распад питательных веществ в организме происходит постепенно.

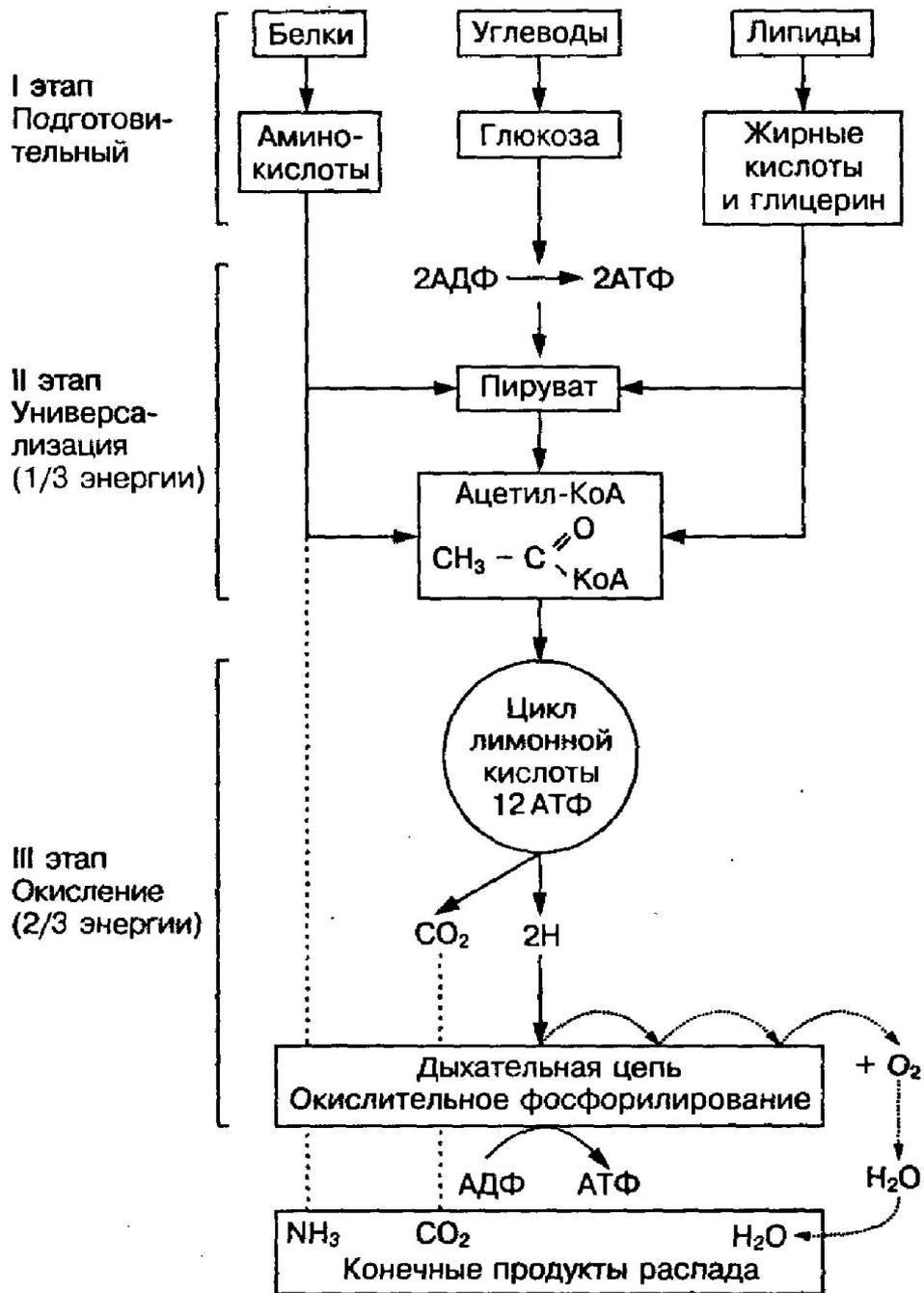
- 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП** – на подготовительном этапе сложные молекулы углеводов, жиров и белков распадаются до простых структурных мономеров: белки – до 20 разных аминокислот, сложные углеводы – до моносахаридов (в основном глюкозы), жиры – до глицерина и жирных кислот. На этом этапе выделяется незначительное количество энергии: при распаде белков и углеводов – 0,6% потенциальной энергии, при распаде жиров – 1%.
- 2. ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЙ ЭТАП** – образовавшиеся различные вещества превращаются в единое вещество – ацетил-КоА, который является активной формой уксусной кислоты. Ацетил-КоА играет главную роль в метаболизме углеводов, жиров и белков, так как объединяет пути превращения различных органических веществ. На этом пути освобождается  $\frac{1}{3}$  потенциальной энергии, заключенной в окисляемых веществах.
- 3. ЭТАП ОКИСЛЕНИЯ** – это конечный метаболический путь распада всех питательных веществ. Он включает цикл лимонной кислоты, систему терминального окисления (дыхательная цепь) и процесс окислительного фосфорилирования, который протекает на мембранах митохондрий. В процессе сложных окислительных превращений ацетил-КоА распадается до конечных продуктов  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . При этом выделяется  $\frac{2}{3}$  энергии. Часть энергии выделяется в виде тепла, а другая ее часть накапливается в химических связях

# ЭТАПЫ РАСПАДА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

**III этап – это окончательный распад веществ до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с участием  $\text{O}_2$ . Эта фаза – аэробного биологического окисления веществ протекает с полным освобождением энергии. ОСОБЕННОСТЬ 3 фазы: из 3х метаболитов предыдущей фазы, после цикла Кребса, остается только  $\text{H}_2$ , связанный с переносчиками НАД или ФАД.**

**$\text{H}_2$  – универсальное энергетическое топливо, которое используется в дыхательной цепи для образования АТФ и  $\text{H}_2\text{O}$ .**

**80% всей энергии химических связей веществ освобождается в данном этапе. Эта энергия окисления субстратов сосредотачивается в фосфатных связях АТФ и часть ее выделяется в виде теплоты. Все эти реакции локализуются в митохондриях.**



Большие молекулы

Строительные блоки

Общие

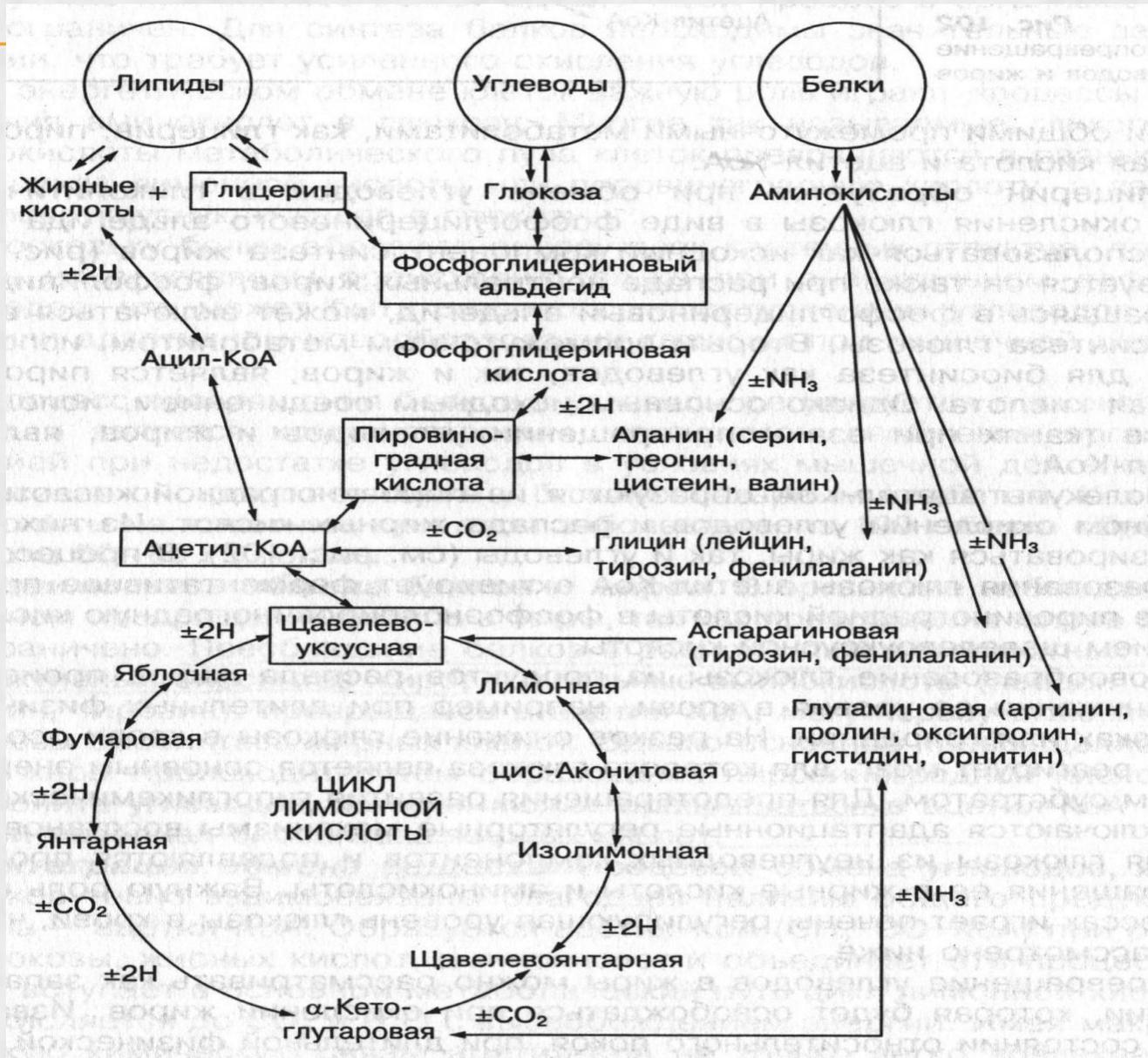
продукты

распада (ПР)

Конечные ПР

Взаимосвязь различных метаболических путей и циклов осуществляется на уровне **узловых метаболитов**, важнейшими из которых являются ацетил-КоА, пируват, глюкозо-6-фосфат

# СХЕМА ВЗАИМОПРЕВРАЩЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЗВЕНЬЕВ ЖИРОВ, БЕЛКОВ, УГЛЕВОДОВ.



## **ИНТЕГРАЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ**

1. Процессы обмена углеводов, жиров и белков тесно взаимосвязаны благодаря наличию общего продукта их обмена – ацетил-КоА.

---

2. Образуется ацетил-КоА ( $\text{CH}_3\text{-CO-CoA}$ ) при распаде глюкозы, жирных кислот, аминокислот и объединяет эти процессы, а затем вступает в основной метаболический путь – цикл лимонной кислоты, где окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с высвобождением энергии.
3. Имея макроэргическую химическую связь, ацетил-КоА не только легко вовлекается в процесс окисления в указанном цикле, но и используется как строительный материал при биосинтезе различных веществ.
4. Ацетил-КоА используется в тканях для биосинтеза жирных кислот, образования кетоновых тел в печени, синтеза стероидов, взаимопревращения различных классов веществ.
5. Ацетил-КоА принадлежит главная роль в интеграции обмена углеводов, жиров и белков. Образуясь в цитоплазме клетки, он проникает в митохондрии, объединяет цитоплазматические и внутримитохондриальные процессы метаболизма, а также различные процессы катаболизма углеводов, жиров и белков, создает субстраты для процессов новообразования глюкозы, аминокислот и биосинтеза жирных кислот.
6. Взаимопревращение углеводов, белков и жиров, интеграция их обмена позволяет организму независимо от поступления продуктов питания создать энергетический запас в клетках, обеспечить своевременное самообновление и приспособление к условиям внешней и внутренней среды.