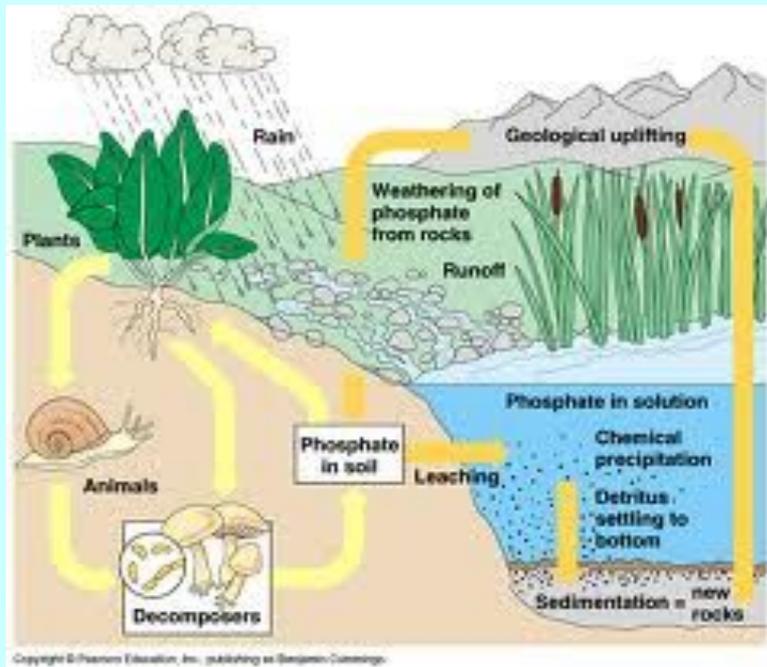
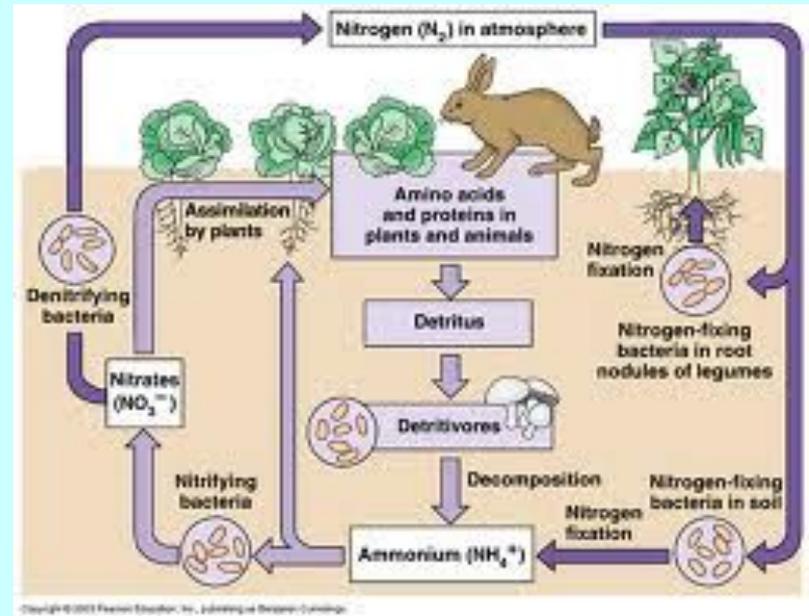
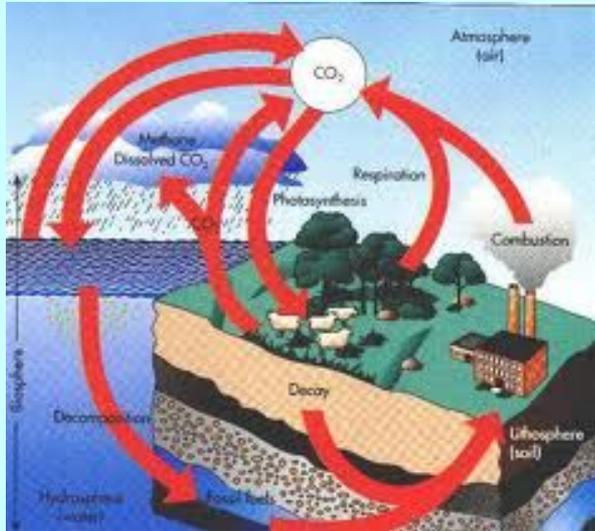


# КРУГОВОРОТ БИОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В БИОСФЕРЕ



**Лектор:** К.С.-Х.Н., доцент  
Никифоров А.И.

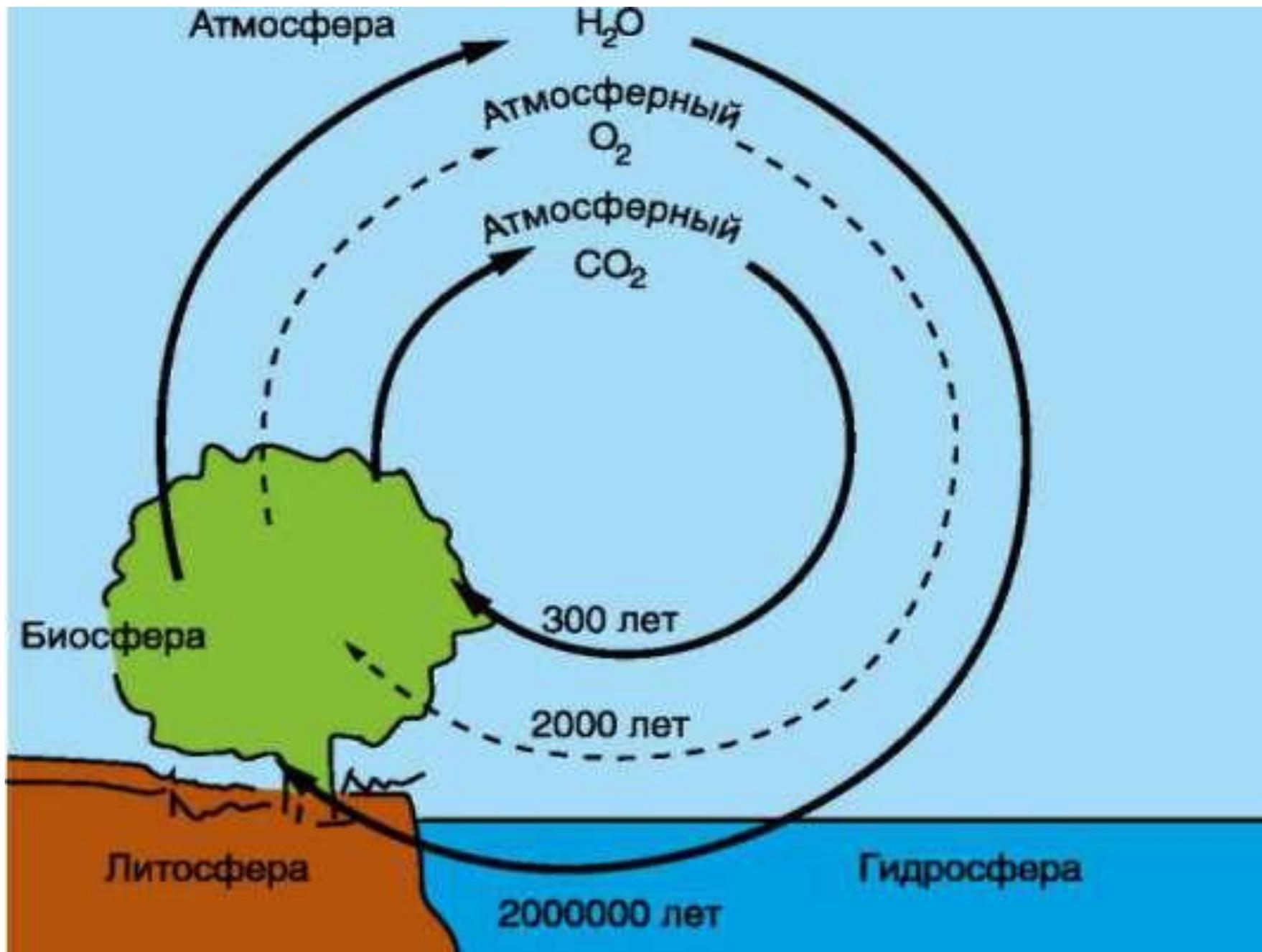
Каф. международных комплексных  
проблем природопользования и  
экологии

## Основные биогенные элементы (биогены):

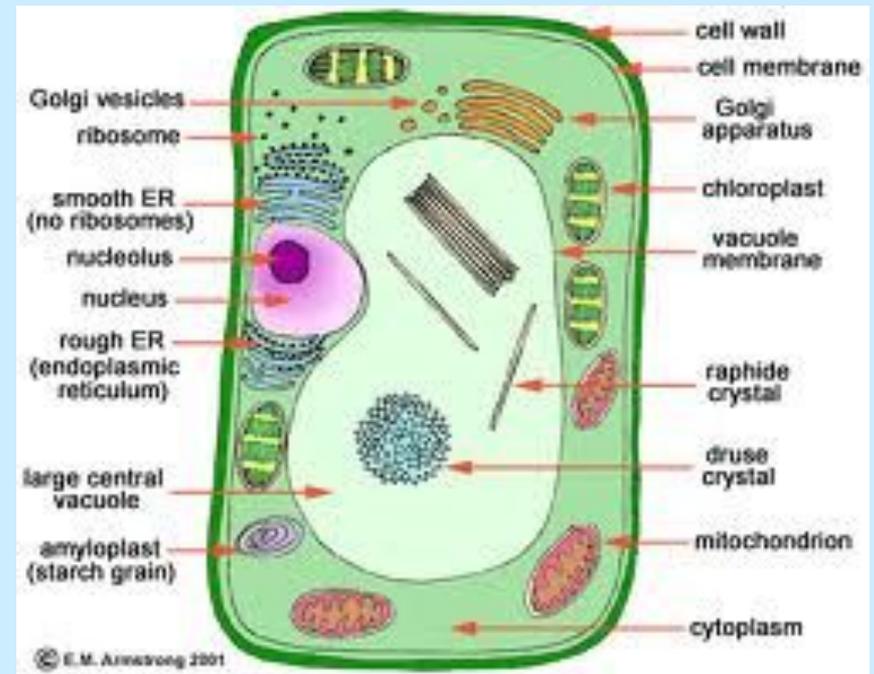
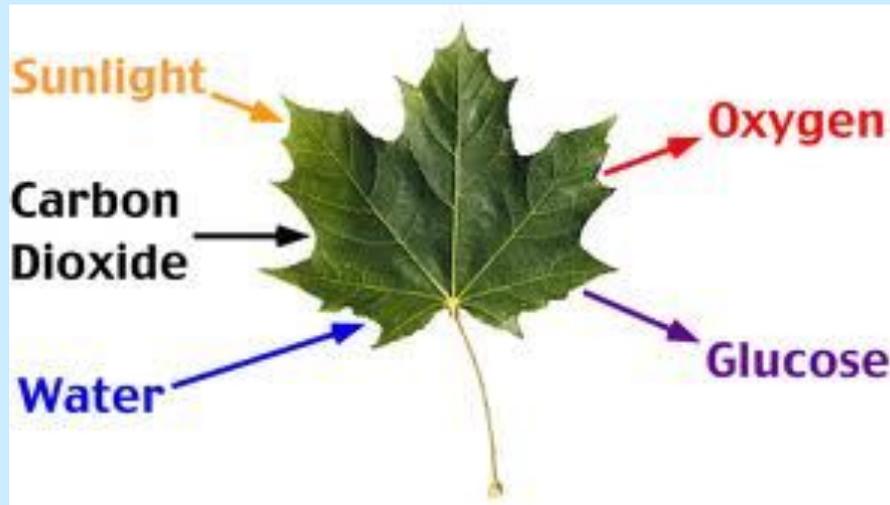
кислород, углерод, водород, азот, кальций, фосфор, сера, калий

**Содержание биогенов в клетках животных (весовые проценты)**

<i>Элемент</i>	<i>%</i>
Кислород (O)	62
Углерод (C)	20
Водород (H)	10
Азот (N)	3
Кальций (Ca)	2,5
Фосфор (P)	1
Сера (S)	0,25
Калий (K)	0,25
<b>Итого</b>	<b>99</b>



# ФОТОСИНТЕЗ



Выделяющийся газообразный  $\text{O}_2$  входил в состав воды;

Фиксированный в составе углеводов – был компонентом углекислого газа.

## Процесс клеточного (тканевого) дыхания



*В организме человека  
содержится около 16 кг*

## Углерод

**С**

Поглощение  
растением  $\text{CO}_2$  из  
окружающего  
воздуха

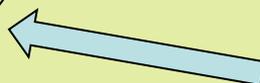
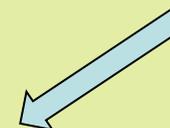
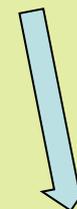
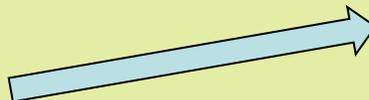
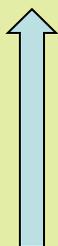


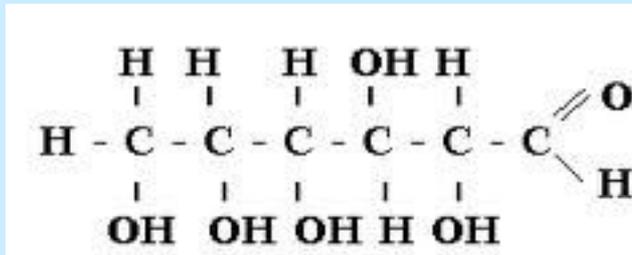
Фотосинтез  
(фиксация  
в виде  
органических  
соединений)

Поступление  
органических  
соединений  
по пищевым  
цепям

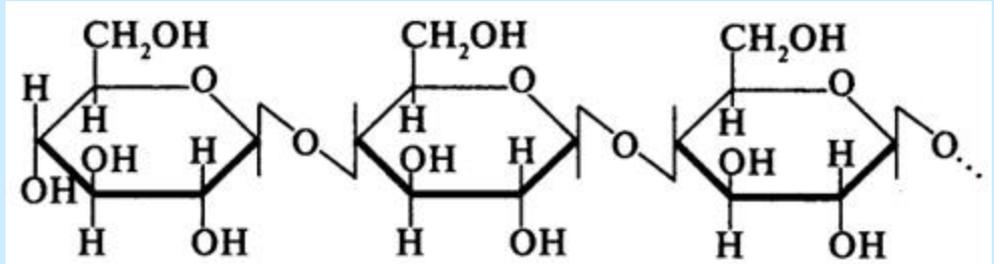
Клеточное  
(тканевое)  
дыхание

Выделение  
в воздух  
газообразного  
 $\text{CO}_2$

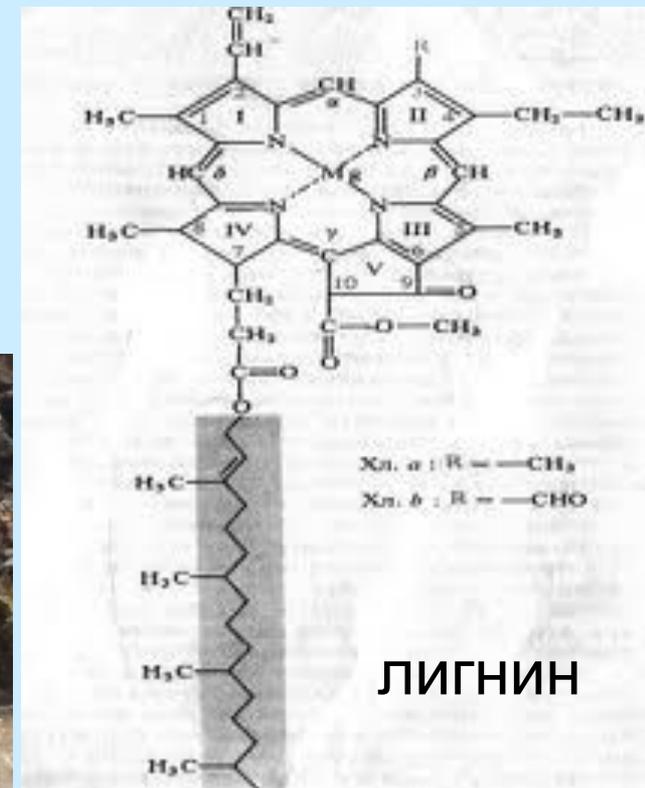




**ГЛЮКОЗА**



**целлюлоза**



**ЛИГНИН**



**Вешенка** - редуцент,  
разрушающий сложные  
органические полимеры  
древесины



Источник: МГЭИК

Дизайн: ЮНЕП/ГРИД-Арендал

Поверхностные осадки 150  
ecology-portal.ru

**На болотах процессы накопления органики преобладают над процессами её аэробного разложения. Ежегодно 1 га болот поглощает из атмосферы 0,6 – 1,8 т CO<sub>2</sub> и выделяет 300 – 600 кг O<sub>2</sub>. (это в 6-12 раз превышает аналогичные показатели 1 га леса)**





# Фосфор

Открыт в 1669 г  
В организме человека  
содержится около 780 г

Из горных пород  
фосфор поступает  
в почву

Растения поглощают  
фосфор из водного  
раствора

Р

фосфор поступает в почву  
с мочой, экскрементами и  
вследствие  
жизнедеятельности  
редуцентов



Фосфор включается  
растением в состав  
органических молекул

Растительная  
органика  
потребляется  
консументами и  
редуцентами

Значительная часть  
фосфора уносится со  
стоками в водоёмы

**Эвтрофикация водоёмов** – чрезмерное обогащение вод биогенами (в частности, фосфором), резко сдвигающее биологическое равновесие в гидроэкосистеме.

Сопровождается значительным ухудшением как продукционных, так и рекреационных характеристик водоёмов



*Чаще всего причиной эвтрофикации служат бытовые и сельскохозяйственные стоки*

В результате эвтрофикации в экосистеме водоёма часто наступают необратимые негативные изменения вследствие резкого снижения концентрации растворённого в воде  $O_2$  и накопления биогенных токсинов

**«Цветение» эвтрофицированного водоёма**

# Физико-химические свойства воды, важные для гидробионтов

Содержание кислорода: при 20°

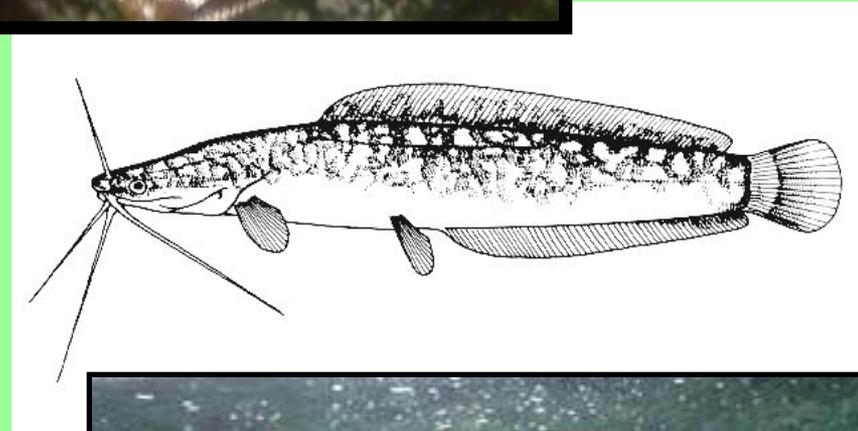
С:

в 1 л воздуха  $\approx 20\% \text{ O}_2$

в 1 литре пресной воды  $\approx 0,7\%$

$\text{O}_2$

в 1 л морской воды  $\approx 0,56\% \text{ O}_2$



С увеличением температуры воды  
растворимость газов в ней  
снижается:

При 0 °С – 14,6 мг  $\text{O}_2$ /л

—||— 10 °С – 11,3  $\text{O}_2$ /л

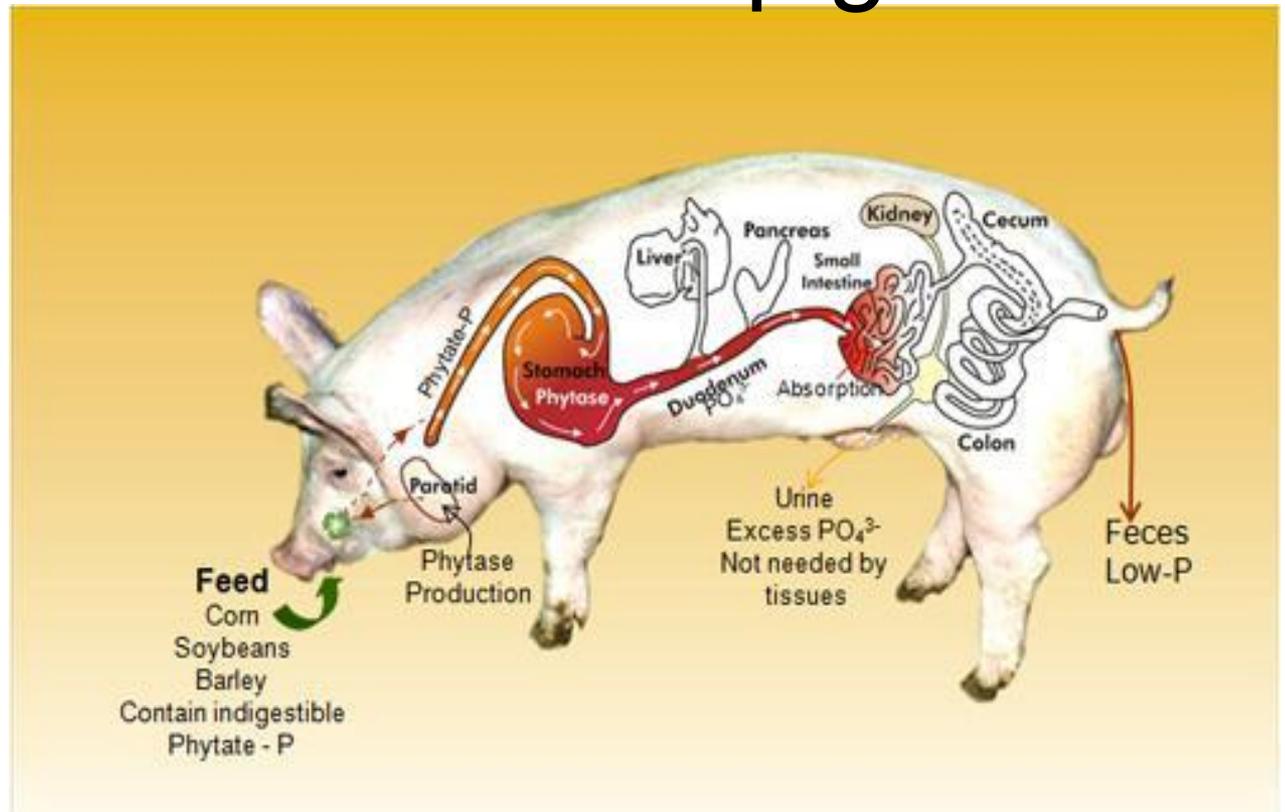
—||— 15 °С – 9,4  $\text{O}_2$ /л

—||— 30 °С – 6,8  $\text{O}_2$ /л

# Enviropig™

Как известно, фосфор является одним из лимитирующих факторов для водных биоценозов.

Избыточные количества фосфора приводят к быстрой, зачастую необратимой эвтрофикации водоёмов.....



Оригинальный эксперимент канадских учёных: генетическая модификация свиней, благодаря которой значительно увеличивается процент усвоения организмом свиньи фосфора из кормов, и в результате более чем на 50 % снижается количество фосфора в их отходах жизнедеятельности. Подразумевается, что использование данных свиней в сельхозпроизводстве снижает уровень загрязнения водоёмов фосфором и уменьшает риск их эвтрофикации.

# Сера

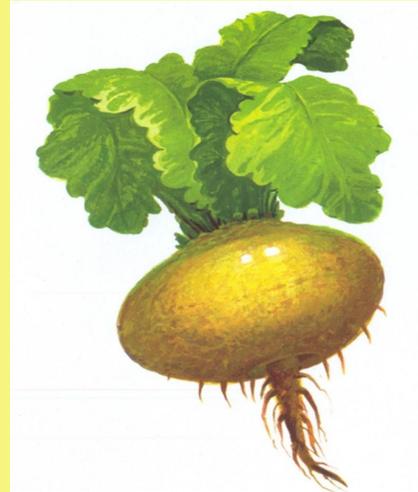
*В теле человека  
содержится около 140  
г*

**S**

Сера и её соединения  
поступают в атмосферу в  
результате извержения  
вулканов, разложения  
ряда минералов, сжигания  
ископаемого топлива

в атмосфере из  
 $H_2S$   
в присутствии  $O_2$   
образуется  $H_2SO_4$

$H_2SO_4$  с дождями  
и туманом  
поступает в  
почву  
(с образованием  
сульфат-иона)



Бактерии разлагают  
трупы консументов  
с выделением  
в атмосферу  $H_2S$

Консументы потребляют  
белки растений и  
грибов,  
встраивая серу в состав  
белков своего тела

Растения и грибы  
усваивают сульфаты  
из  
почвы, встраивая серу  
в белковые молекулы

# Азот

Открыт в 1772 г  
В теле человека  
содержится около 1,8 кг

Промышленное изготовление  
минеральных  
азотистых удобрений

Превращение атмосферного  
азота в аммонийную  
или нитратную форму  
в процессе азотфиксации  
микроорганизмами

Поглощение растениями  
минеральных растворимых  
форм азота и построение  
органических молекул

Потребление органики  
консументами и  
редуцентами

Превращение растворимых  
форм азота в газообразную форму  
почвенными микроорганизмами

Растворимые продукты  
белкового обмена  
консументов и  
редуцентов

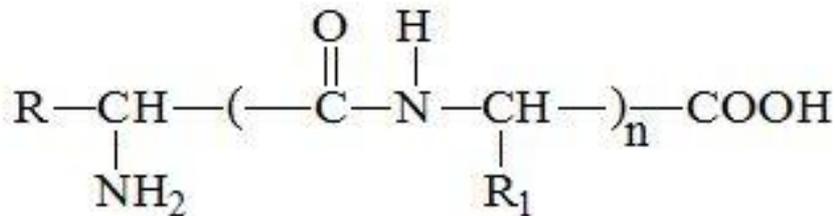


N



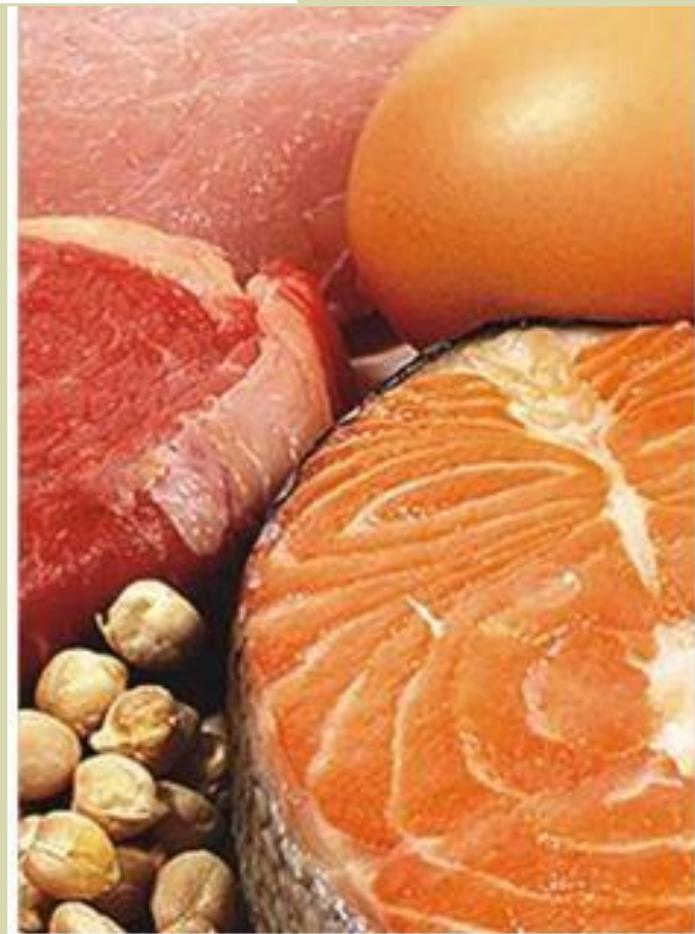
# Белки - высокомолекулярные азотсодержащие соединения (полимеры 22 природных $\alpha$ -аминокислот)

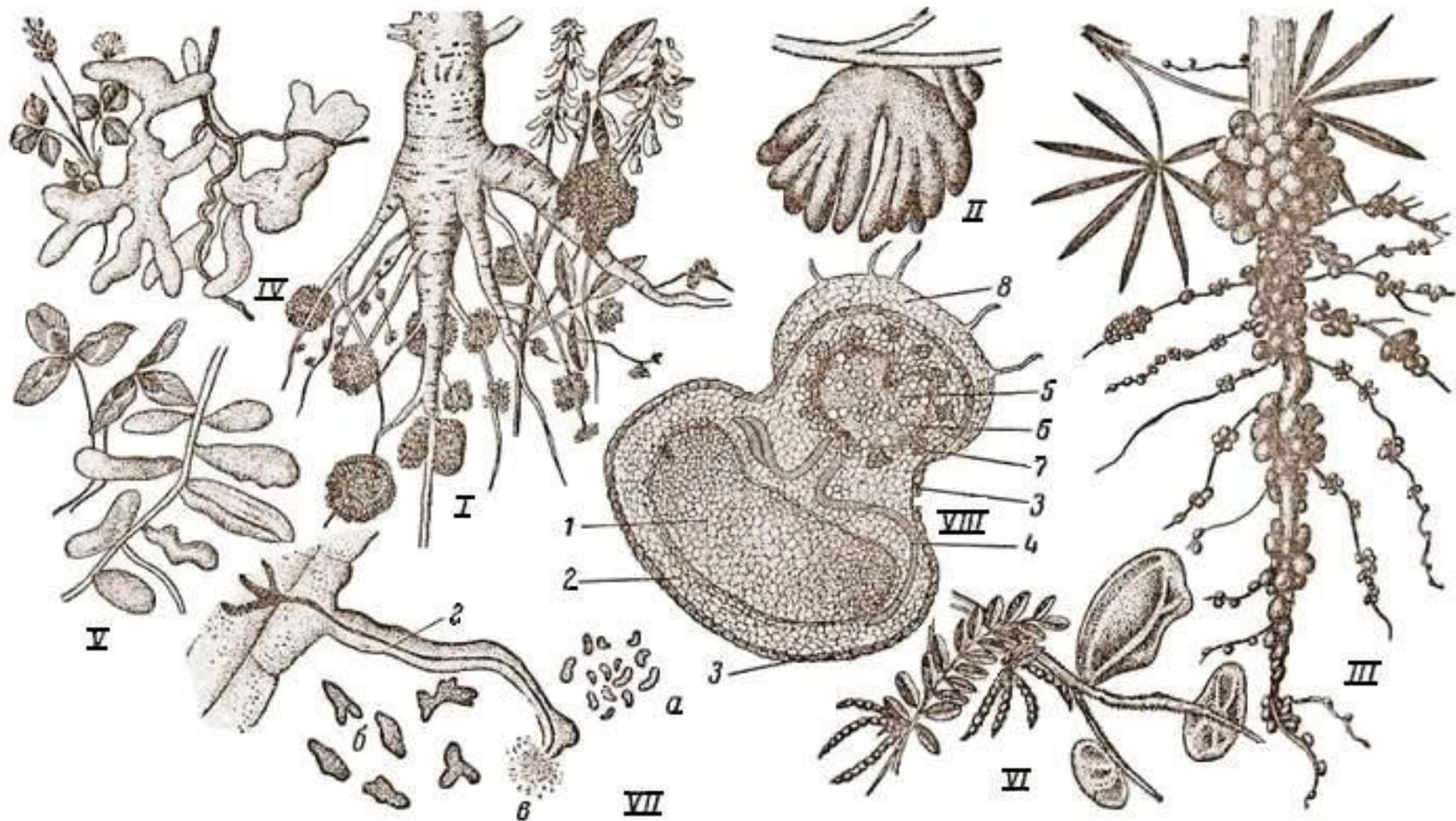
Общая формула:



## Роль белков в организме:

1. Пластическая (структура тканей)
2. Каталитическая (ферменты)
3. Транспортная (белки крови, в т.ч. гемоглобин)
4. Гормональная (белковые гормоны)
5. Защитная (свёртывание крови, обезвреживание токсинов)
6. Рецепторная (кровь, ткани, органы чувств)
7. Энергетическая (окисление 1 г = 4,1 кКал)





**Азотфиксирующие бактерии на корнях бобовых растений:**

- I – корень донника; II- клубенёк на корне донника; III- корень люпина;**  
**IV- клубеньки люцерны; V – клубеньки клевера; VI – клубеньки сераделлы**  
**VII – клубеньковые бактерии** (а-бактерии; б- бактероиды; в – проникновение бактерий в корневой волосок; бактероидный тяж)  
**VIII – клубенёк люпина в разрезе** (1-бактероидная ткань, 2 – кора клубенька, 3 – пробковая ткань, 4 – водоносные трахеиды, 5 –древесина корня, 6 –камбий корня, 7 – лубяные волокна, 8 –первичная кора)

Симбиотическая азотфиксация известна для многих диких и культурных растений. В основном, азотфиксация осуществляется бактериями-симбионтами из родов *Rhizobium*, *Frankia* и *Klebsiella*

Известные величины азотфиксации для некоторых видов:

1. **Ольха** 150 – 360 кг/га/год
2. **Лох** 180 - 240 кг/га/год
3. **Облепиха** 120 - 180 кг/га/год
4. **Шефердия** 130 – 150 кг/га/год



**Ольха**



**Лох**



**Облепиха**



**Шефердия**

