

# **ВВЕДЕНИЕ В** **БИОХИМИЮ**

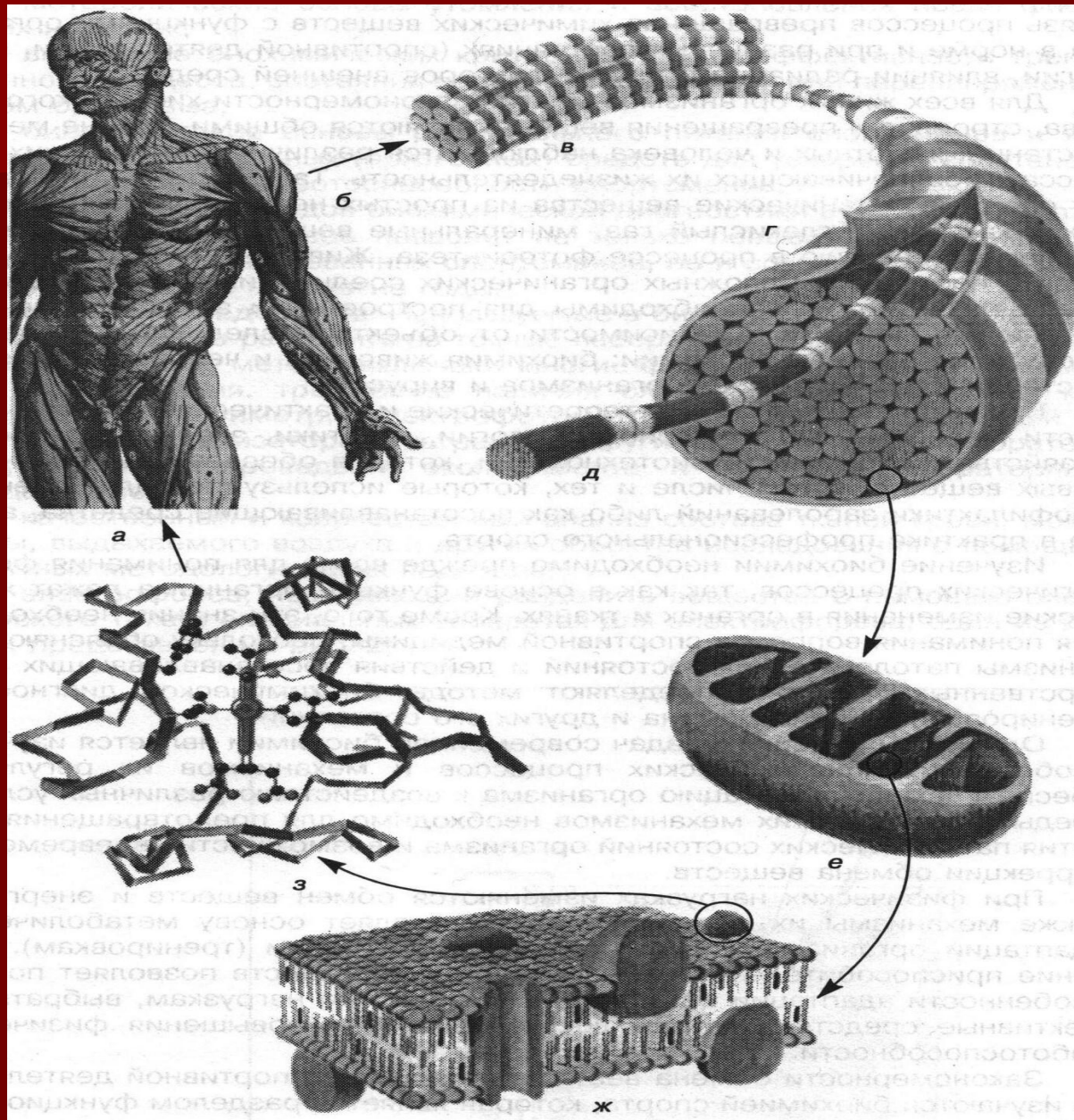
- **ТАМБОВЦЕВА Р.В.**
- **Д.б.н., профессор**
  - **РГУФКСМиТ**
  - **Москва**

# ***ВВЕДЕНИЕ В БИОХИМИЮ***

- **ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА – это единая взаимосвязанная система, для которой характерны разные уровни организации: системный, органнй, тканевый, клеточный и молекулярный.**
- **Молекулярный уровень организации организма представлен многочисленными химическими соединениями, специфическими для отдельных клеток и тканей.**
- **Эти соединения имеют разный химический состав, сложную структуру и свойства, а также выполняет конкретную биологическую роль в функционировании организма в целом.**
- **Только молекулы живого вещества способны к самовоспроизведению, преобразованию энергии, могут осуществлять процесс движения и многие другие функции в организме.**
- **Химические соединения в организме объединяются в надмолекулярные комплексы, из которых образуются клеточные органеллы и клетки.**
- **Клетка является структурной и функциональной единицей организма, так как только ей присущи все его свойства. Она содержит внутриклеточные органеллы, в которых осуществляется обмен веществ и энергии, синтез новых веществ и многие другие биохимические процессы, обеспечивающие жизнедеятельность всего организма.**
- **Каждый уровень организации организма имеет свои биологические особенности, поэтому изучается разными биологическими дисциплинами.**
- **Молекулярный и клеточный уровень является предметом изучения биохимии; морфологию клеток, органов и организма в целом изучает анатомия; функции различных систем организма – физиология.**

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОРГАНИЗМА КАК ЕДИНОЙ ЦЕЛОСТНОЙ СИСТЕМЫ

- а – организм, б – мышцы, в – мышечная ткань, г – мышечное волокно, д – миофибрилла, е – органелла (митохондрия), ж – субмолекулярный комплекс (митохондриальная мембрана), з – макромолекула белка цитохрома.



## ***ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОХИМИИ***

- **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ** – это наука, которая раскрывает химические основы жизнедеятельности организма.
- Предметом изучения являются: качественный и количественный химический состав живых организмов: превращения веществ, входящих в состав организма и поступивших в него из вне в процессе клеточного метаболизма; взаимосвязь процессов превращения химических веществ с функциями организма в норме и при различных состояниях (спортивной деятельности, патологии, влиянии радиации и других факторов внешней среды).
- Для всех живых организмов многие закономерности химического состава, строения и превращения веществ являются общими. Тем не менее у растений, животных и человека наблюдаются различия в химических процессах, обеспечивающих их жизнедеятельность.
- Так, растения синтезируют сложные органические вещества из простых неорганических веществ, таких как вода, углекислый газ, минеральные вещества, и аккумулируют солнечную энергию в процессе фотосинтеза.
- Животные и человек нуждаются в поступлении сложных органических соединений – углеводов, жиров, белков, которые необходимы для построения и энергообеспечения организма.
- Поэтому в зависимости от объекта исследования выделяют следующие разделы биохимии: биохимия животных и человека, биохимия растений, биохимия микроорганизмов и вирусов.
- Биохимия решает многие теоретические и практические вопросы в области медицины, молекулярной биологии, генетики, экологии, сельского хозяйства, современной биотехнологии, которая обеспечивает получения новых веществ, в том числе и тех, которые используются для лечения и профилактики заболеваний либо как восстанавливающие средства, а также в практике профессионального спорта.

## **ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОХИМИИ**

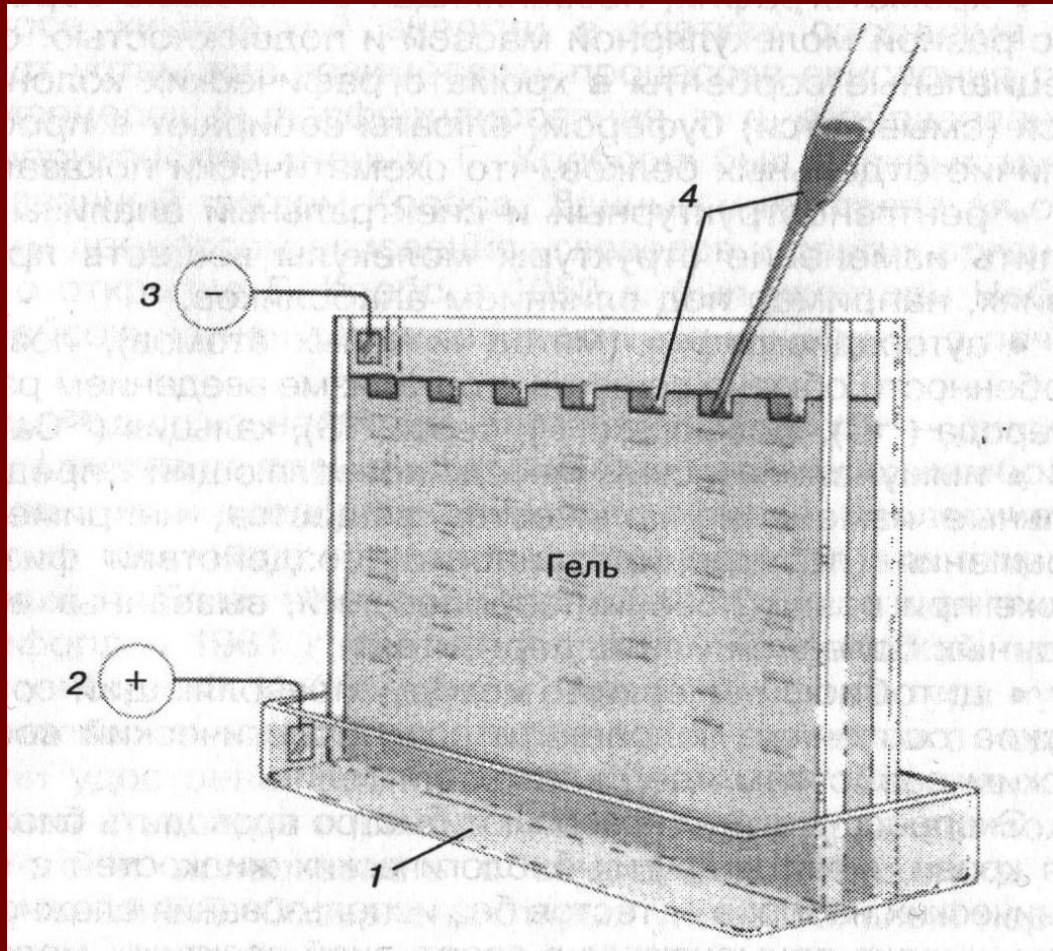
- **Изучение биохимии необходимо для понимания физиологических процессов, так как в основе функций организма лежат химические изменения в органах и тканях.**
- **Знания биохимии необходимы для понимания вопросов спортивной медицины, поскольку объясняют механизмы патологических состояний и действия восстанавливающих и лекарственных средств, определяют методы биохимической диагностики тренированности спортсмена и других его состояний.**
- **Одной из важнейших задач современной биохимии является изучение особенностей биохимических процессов и механизмов их регуляции, обеспечивающих адаптацию организма к воздействию различных условий среды. Понимание этих механизмов необходимо для предотвращения развития патологических состояний организма и возможности своевременной коррекции обмена веществ.**
- **При физических нагрузках изменяются обмен веществ и энергии, а также механизмы их регуляции, что составляет основу метаболической адаптации организма к воздействию нагрузкам (тренировкам). Изучение приспособительных изменений обмена веществ позволяет познать особенности адаптации организма к физическим нагрузкам, выбрать эффективные средства, методы восстановления и повышения физической работоспособности.**
- **Закономерности обмена веществ в процессе спортивной деятельности изучаются биохимией спорта, которая является разделом функциональной биохимии.**

## **ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОХИМИИ**

- **1. Механизмы энергообеспечения при мышечной деятельности.**
- **2. Биосинтез белка при различных физических нагрузках.**
- **3. Молекулярные основы адаптации организма к физическим нагрузкам.**
- **4. Регуляторные механизмы обмена веществ.**
- **5. Метаболические основы утомления и восстановления после физических нагрузок.**
- **6. Выявление биохимических критериев оценки эффективности тренировочного процесса, состояния перетренированности или перенапряжения систем организма.**
- **7. Биохимические основы рационального питания спортсменов и использования специальных эргогенных средств для ускорения восстановления и повышения работоспособности спортсменов.**
- **8. Применение методов биохимической диагностики в практике спорта.**
  
- **Знание этих вопросов позволить не только повысить эффективность подготовки квалифицированных спортсменов, но и сохранить их здоровье, работоспособность на многие годы.**

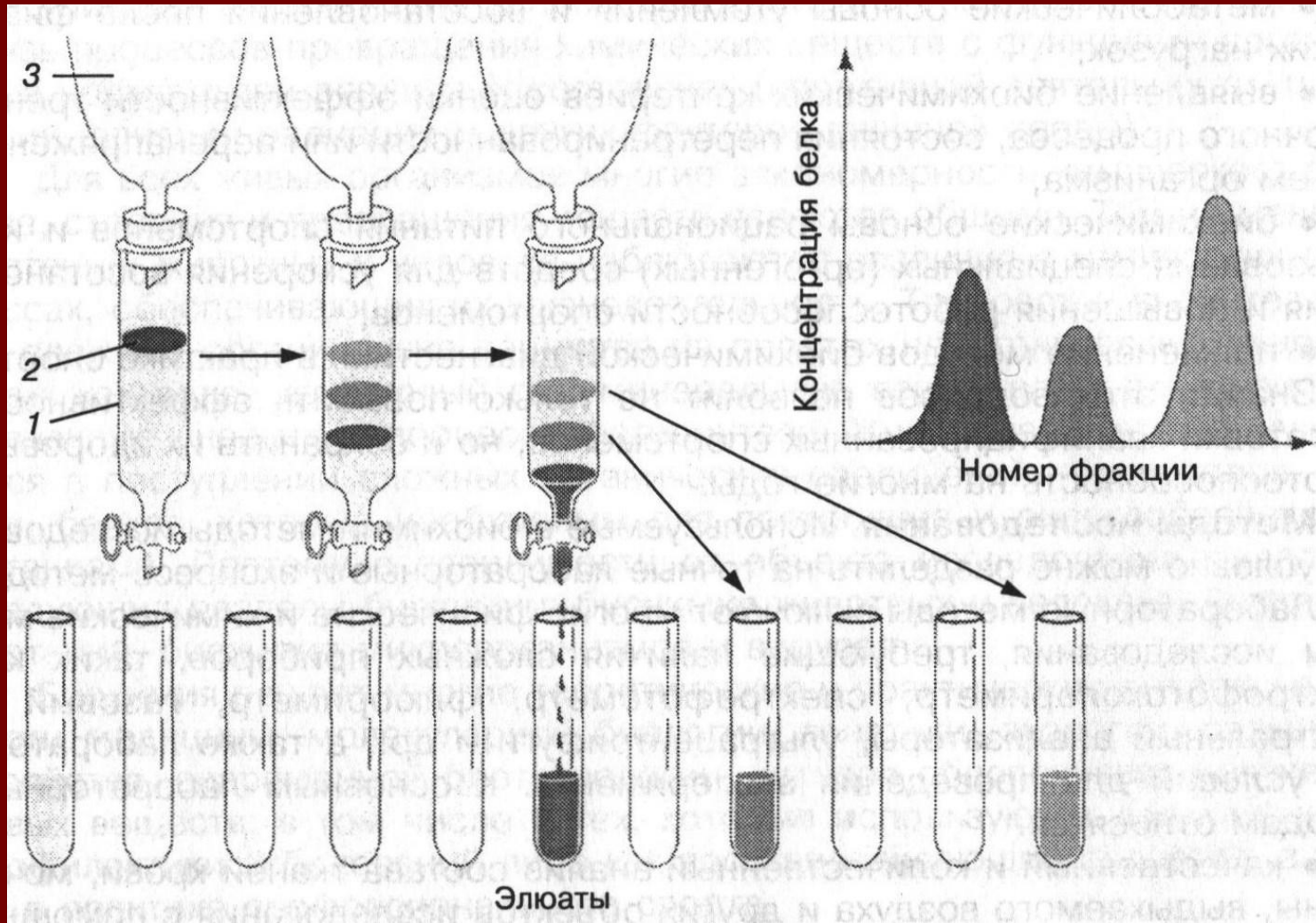
## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Используемые в биохимии методы исследования разделяют на точные лабораторные и экспресс-методы. К основным лабораторным методам относятся:
- 1. Качественный и количественный анализ состава тканей крови, мочи, слюны, выдыхаемого воздуха и других объектов исследования с помощью различных методологических подходов.
- 2. Электрофорез, позволяющий разделить вещества с помощью электрического тока в специальных аппаратах для электрофореза.
- Аппарат для гель-электрофореза: 1 – буфер, 2 – анод, 3 – катод, 4 – образец.



## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 3. Хроматография, позволяющая с помощью сорбентов разделить белки с разной молекулярной массой и подвижностью: образцы наносятся на специальные сорбенты в хроматографических колонках, а затем элюируются (смываются) буфером; элюаты собирают в пробирки и исследуют на наличие отдельных белков.
- Схема разделения белков методом ионной хроматографии: 1 – хроматографическая колонка. 2 – образец. 3 – буферный раствор.





## МЕТОДЫ БИОХИМИИ

- 4. Рентгеноструктурный и спектральный анализы, позволяющие определить изменение структуры молекулы веществ при различных воздействиях, например, под влиянием анаболиков.
- 5. Ауторадиография (метод меченых атомов), позволяющая определить особенности обмена веществ в организме введением радиоактивных изотопов углерода ( $^{14}\text{C}$ ), фосфора ( $^{32}\text{P}$ ), серы ( $^{35}\text{S}$ ), кальция ( $^{45}\text{Ca}$ ), йода ( $^{131}\text{I}$ ) и др.
- 6. Иммунологический метод, позволяющий определить очень незначительные изменения количества вещества, например при скрытой фазе утомления (перетренированности, воздействии физических нагрузок), а также при возникновении заболеваний, вызванных возбудителями инфекционных болезней или аллергенами.
- 7. Цитобиофизический метод, позволяющий определить энергетическое состояние человека и его биологический возраст по биоэлектрическим свойствам ядер клеток эпителия.
- Экспресс – методы позволяют быстро проводить биохимические исследования крови, мочи и других биологических жидкостей с помощью специальных химических наборов – тестов без использования сложной аппаратуры. Эти методы широко применяются в спортивной практике, медицине, в быту.

# ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БИОХИМИИ И СТАНОВЛЕНИЕ БИОХИМИИ СПОРТА

- Биохимия как наука сформировалась во второй половине XIX ст. До этого она являлась разделом физиологии и органической химии.
- В этот период А.М.Бутлеров предложил теорию строения органических соединений (1861), на основании которой были открыты новые органические вещества.
- Немецкий химик Ф.Велер впервые синтезировал мочевины.
- В.Мишер из клетки выделил ДНК (1968).
- Существенный вклад в развитие отечественной биохимии внес А.Я.Данилевский (1838-1923), исследовавший строение белков и ферментов, разработавший теорию их полипептидной структуры.
- Наряду с этим были изучены строение белка гемоглобина (М.В.Ненцкий), строение и превращение углеводов, структура и свойства аминокислот (Э.Фишер), открыты витамины (Н.И.Луниин).
- А.Н.Бах (1857-1946) и А.И.Палладин (1859-1922) создали теорию биологического окисления питательных веществ в организме и определили роль кислорода воздуха в этих процессах.
- О.Вербург, А.Сент-Дьердьи, Г.Кребс раскрыли процессы освобождения энергии при распаде питательных веществ.
- В 1929 г. Одновременно несколькими учеными (К.Ломаном, С.Фиске, Й. Суббароу) была выделена АТФ из скелетных мышц.
- В 1941 г. Ф.Липманом обоснована концепция биоэнергетики, согласно которой цикл АТФ  $\rightarrow$  АДФ является главным и универсальным процессом в аккумуляции и переносе химической энергии в клетках организма.
- В 1932 г. В.А.Энгельгард установил взаимосвязь процессов окисления питательных веществ с процессами фосфорилирования, то есть с образованием АТФ.

# ИСТОРИЯ БИОХИМИИ

- В 1937 г. Американским ученым Г.Кребсом был раскрыт цикл лимонной кислоты, названный циклом Кребса. Данный цикл является основным метаболическим процессом окисления углеводов и других органических веществ. За это открытие Г.Кребс в 1953 г. Был удостоен Нобелевской премии. Г.Кребсом изучен также цикл синтеза мочевины в печени (1933).
- В 50-е годы раскрыт один из наиболее сложных процессов – синтез холестерина, который является не только компонентом клеточных мембран и липоидов плазмы крови, но и предшественником в синтезе биологически активных стероидов, в том числе гормонов-анаболиков. За это открытие американский ученый К.Блок, немецкий ученый Ф.Линнен и английский ученый Дж.Корнфорд в 1961 г. Были удостоены Нобелевской премии.
- В 1953 г. Дж.Уотсоном и Ф.Криком была определена структура нуклеиновых кислот, что положило начало расшифровке генетического кода. Эти авторы также были удостоены Нобелевской премии.
- Ф.Сенджером расшифрована первичная структура гормона инсулина, что дало возможность синтезировать его и использовать в медицинской практике.
- В 1957 г. Американский ученый Е.В.Сазерланд открыл универсальный передатчик действия гормонов и медиаторов на внутриклеточные процессы – циклической АМФ, что послужило основой понимания механизмов действия гормонов.
- В 60-70-е годы достигнуты большие успехи в изучении биоэнергетики.
- А.Ленинджер установил, что процессы биологического окисления протекают в митохондриях – «атомных станциях клетки».
- П.Митчел сформулировал хемииосмотическую теорию образования АТФ.
- С.Е.Северин и В.П.Скулачев определили роль транспорта электронов в преобразовании энергии (1976).

## ИСТОРИЯ БИОХИМИИ

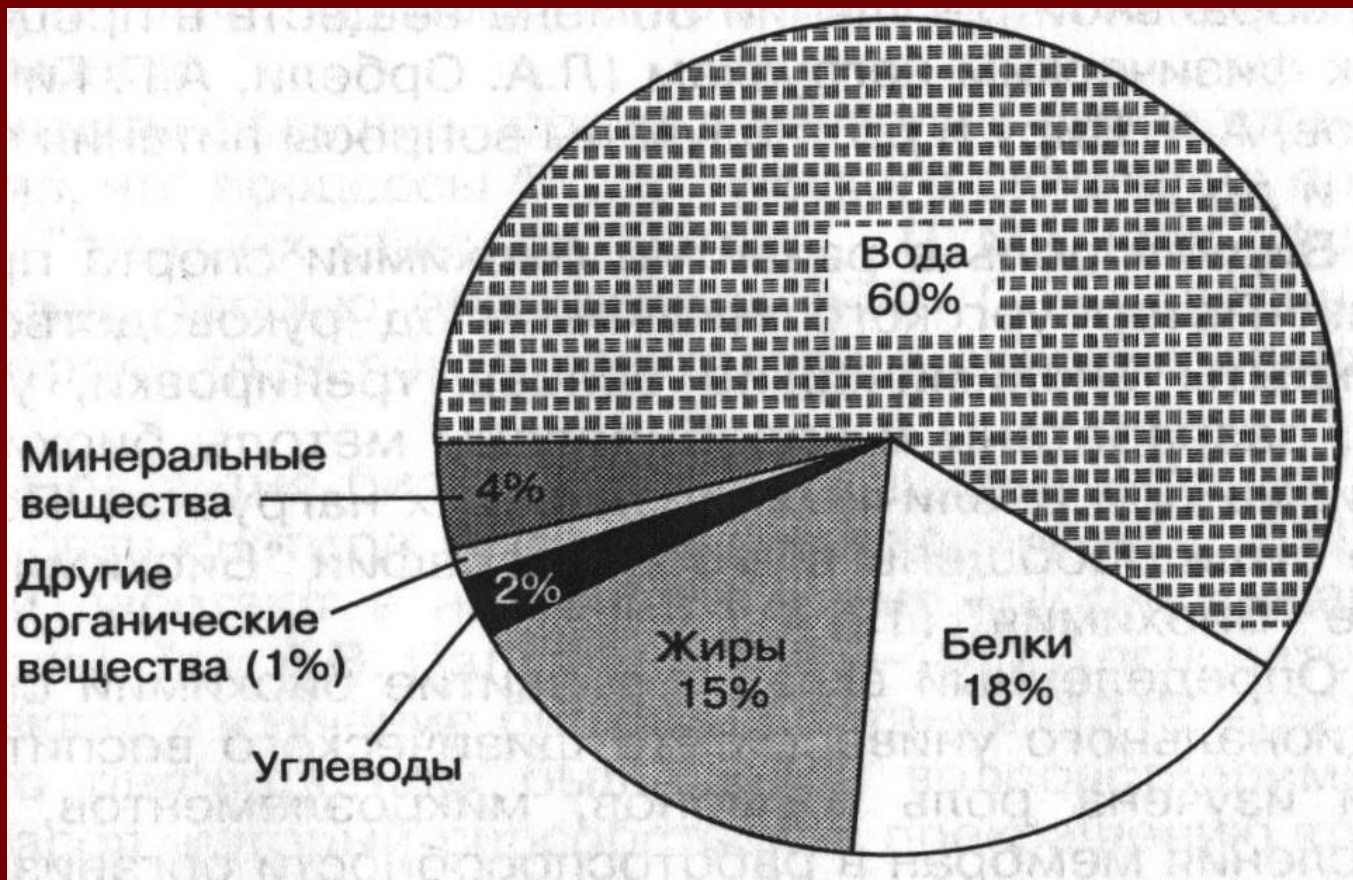
- Существенный вклад в развитии биохимии внесли ученые Украины. В 1925 г. в Харькове был основан институт биохимии, переведенный в 1931 г. в Киев. Здесь работали многие выдающиеся украинские биохимики. А.В.Палладин (185-1972), основатель института, внес большой вклад в изучении биохимии питания (1919-1922).
- В 1941-1942 гг. под его руководством был создан водорастворимый аналог витамина К1 – викасол, который способствовал прекращению кровотечения, заживлению ран, ожогов и сыграл важную роль в лечении в годы второй мировой войны.
- А.В.Палладин был одним из первых биохимиков, исследовавшим влияние физических нагрузок на метаболизм организма человека.
- Украинским биохимикам принадлежат также важные открытия в области тканевого дыхания (В.А.Белицер), биохимии витаминов (Р.В.Чаговец), биохимии гормонов (А.М. Утевский), механизмов мембранного транспорта ионов (В.К.Лишко), роли углекислоты в организме (М.Ф.Гулый, Д.А.Мельничук), биохимии липидов (Н.Е.Кучеренко) и нуклеиновых кислот (Г.Х.Мацука), биохимии мышц и механизмов их сокращения (Д.Л. Фердман, М.Д.Курский, С.А.Костерин).
- Биохимия спорта как самостоятельный раздел функциональной биохимии выделилась в 30-е годы XX ст.
- Теоретической предпосылкой для ее возникновения послужили работы П.Ф.Лестгафта (1837-1909), который делил мышцы на «сильные» и «ловкие», что соответствует современному делению их на медленносокращающиеся (красные) и быстросокращающиеся (белые) МВ.
- В 1927 г. Одновременно были опубликованы результаты первых исследований А.В. Палладина и Г.Эмбдена по биохимической характеристике мышц тренированного организма.
- В 1939 г. В.А.Энгельгард и М.Н.Любимовой открыли фермент АТФ-азы в сократительном белке – миозине. Этот фермент катализирует распад АТФ и освобождение энергии, которая в живых организмах может преобразоваться в энергию мышечной работы.

# ИСТОРИЯ БИОХИМИИ

- В 1953 г. Г.Хаксли предложил модель мышечного сокращения, согласно которой нити актина при сокращении скользят между нитями миозина. Были изучены особенности обмена веществ и энергии в мышцах при различных функциональных состояниях (В.А.Энгельгард, А.В.Палладин, Д.Л.Фердман); показана ведущая роль нервной и гуморальной системы в регуляции обмена веществ в процессе адаптации организма к физическим нагрузкам (Л.А.Орбели, А.Г.Гинецинский, А.Н.Крестовников, А.А.Виру); изучены вопросы питания спортсменов (В.А.Рогозкин).
- Видная роль в развитии биохимии спорта принадлежит биохимикам Санкт-Петербургского НИИФК. Под руководством Н.Н.Яковлева были раскрыты биохимические основы тренировки, утомления, восстановления, разработаны и апробированы методы биохимического контроля организма при различных физических нагрузках.
- Определенный вклад в развитии биохимии спорта внесли биохимики Национального университета физического воспитания и спорта Украины. Ими изучена роль гормонов, микроэлементов, процессов перекисного окисления мембран в работоспособности организма. Предприняты попытки коррекции обменных процессов в мышцах с помощью иммобилизованных гормонов и карбостимулина в целях повышения физической работоспособности, изучены особенности регуляции обмена веществ при мышечной работе.
- Биохимия спорта является частью общей теории физического воспитания и спорта. В настоящее время без таких знаний невозможно сознательно управлять процессами спортивной тренировки, осуществлять действенный контроль за состоянием спортсмена.

## ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

- В состав человека входят органические и неорганические вещества.
- Вода составляет около 60% массы тела, а минеральные вещества – в среднем 4%.
- Органические вещества представлены в основном белками (18%), жирами (15%) и углеводами (2-3%).
- Все вещества организма, как и неживой природы, построены из атомов различных химических элементов.
- В состав организма человека из 110 известных химических элементов входит в основном – 24.
- Относительный химический состав человека:



# ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, КТОРЫЕ ВХОДЯТ В СОСТАВ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

| Группа                        | Химический элемент и его символ | Содержание, % массы тела |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Основные элементы             | Кислород O                      | 65,0                     |
|                               | Углерод C                       | 18,5                     |
|                               | Водород H                       | 9,5                      |
|                               | Азот N                          | 3,2                      |
| Макро-элементы                | Кальций Ca                      | 1,5                      |
|                               | Фосфор P                        | 1,0                      |
|                               | Калий K                         | 0,4                      |
|                               | Сера S                          | 0,3                      |
|                               | Хлор Cl                         | 0,2                      |
|                               | Натрий Na                       | 0,2                      |
|                               | Магний Mg                       | 0,1                      |
|                               | Общее 99,9 %                    |                          |
| Микро- и ультрамикро-элементы | Бор B                           | Вместе<br>менее 0,1 %    |
|                               | Фтор F                          |                          |
|                               | Кремний Si                      |                          |
|                               | Ванадий V                       |                          |
|                               | Хром Cr                         |                          |
|                               | Марганец Mn                     |                          |
|                               | Железо Fe                       |                          |
|                               | Кобальт Co                      |                          |
|                               | Медь Cu                         |                          |
|                               | Цинк Zn                         |                          |
|                               | Селен Se                        |                          |
|                               | Молибден Mo                     |                          |
| Йод J                         |                                 |                          |

- **Химические элементы, используемые для образования веществ в организме, обладают следующими свойствами.**
- **1. Атомы их наибольшие по размеру, поэтому образуют компактные молекулы, способные проникать через клеточные мембраны.**
- **2. Легко вступают в химические взаимодействия, образуя прочные ковалентные связи в молекулах веществ.**
- **3. Соединения их хорошо растворяются в воде и легко усваиваются организмом.**
- **4. Отдельные элементы (P, S, N) могут образовывать лабильные химические связи, богатые энергией, и участвовать в биохимических реакциях, связанных с накоплением и освобождением энергии.**
- **5. Способность атома углерода образовывать углерод-углеродные связи создает возможность быстрого превращения различных органических соединений в организме.**
- **Отдельные химические элементы неравномерно накапливаются в различных органах и тканях организма. Например, костная ткань накапливает кальций и фосфор, кровь – железо, щитовидная железа – йод, печень – медь, кожа – стронций.**
- **Количественный и качественный состав химических элементов организма зависит от внешних факторов среды и от функций отдельных органов.**



## ПРЕВРАЩЕНИЕ МАКРОМОЛЕКУЛ

- Молекулы органических веществ в живых организмах подвергаются постоянным физическим и химическим превращениям.
- Скорость химических реакций в организме варьирует в широких пределах.



- В процессе обмена веществ происходят конформационные изменения макромолекул, синтез и распад различных веществ, образование и потребление энергии, которые обеспечивают проявление физиологических функций организма. Изменение конформации основных белков мышц – актина и миозина, а также использование химической энергии АТФ лежат в основе сократительной функции мышц. Эти процессы наряду с механизмами энергообразования, биосинтеза белка, транспорта веществ и другими биохимическими реакциями существенно изменяются при воздействии различных физических нагрузок и в ходе адаптации к ним, что влияет на физическую работоспособность и состояние здоровья спортсмена.

■ **БЛАГОДАРЮ  
ЗА  
ВНИМАНИЕ**