**Лекция №11**

**Тема «Аминокислоты. Белки»**

План:

1. Понятие об аминокислотах, классификация аминокислот
2. Физические и химические свойства аминокислот. Способы их получения
3. Белки – как биополимеры. Строение белковых молекул
4. Физические и химические свойства белков. Цветные реакции белков
5. Превращения и функции белков в организме.

*Конспект лекции*

**1. Понятие об аминокислотах, классификация аминокислот**

**Аминокислоты** – гетерофункциональные соединения, содержащие две функциональные группы: аминогруппу ─NH2 и карбоксильную группу ─ COOH, связанные с углеводородным радикалом.

Общая формула аминокислот:

(H2N)m─ R─ (COOH)n, где m и n – чаще всего равны 1 или 2

**Классификация**

**1. по числу функциональных групп**

- моноаминомонокарбоновые m=1, n=1

- диаминомонокарбоновые m=2, n=1

- моноаминодикарбоновые m=1, n =2

**2. по положению аминогруппы**

* α-аминокислоты

γ β α

СН3─СН2─СН─СООН α-аминомасляная (2-аминобутановая) кислота

│

NH2

* β-аминокислоты

γ β α

СН3─СН─СН2─СООН β-аминомасляная (3-аминобутановая) кислота

│

NH2

* γ-аминокислоты

γ β α

NH2─СН2─СН2─СН2─СООН γ-аминомасляная кислота (4-аминобутановая) кислота

**3. аминокислоты организма** Остатки около 20 различных α-аминокислот входят в состав белков

* *заменимые (синтезируемые в организме человека)*

глицин (аминоуксусная кислота)

NH2─СН2─СООН

аланин (α-аминопропионовая кислота, 2-аминопропановая кислота)

СН3─СН─СООН

│

NH2

серин (α-амино-β-гидроксипропионовая кислота, 2-амино-3-гидроксипропановая кислота)

НО─СН2─СН─СООН

│

NH2

цистеин (α-амино-β-меркаптопропионовая кислота, 2-амино-3-меркаптопропановая кислота)

НS─СН2─СН─СООН

│

NH2

аспарагиновая кислота (аминоянтарная кислота, аминобутандиовая кислота)

НООС─СН2─СН─СООН

│

NH2

* *незаменимые (не синтезируются в организме человека, поступают с пищей)*

фенилаланин (α-амино-β-фенилпропионовая кислота, 2-амино-3-фенилпропановая кислота)

СН2─СН─СООН

│ │

С6Н4 NH2

│

ОН

Лизин (α, ε- диаминокапроновая кислота, 2,6-диаминогексановая кислота)

NH2─СН2─ (СН2)3─СН─СООН

│

NH2

**2.** **Физические и химические свойства аминокислот. Способы их получения**

**Физические свойства аминокислот**

Аминокислоты – бесцветные кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде, температура плавления 230-3000, многие аминокислоты имеют сладкий вкус

**Химические свойства аминокислот**

**(H2N)m─ R─ (COOH)n**

1. Аминогруппа ─NH2 определяет основные свойства аминокислот, т.к. способна присоединять к себе катион водорода по донорно-акцепторному механизму за счет наличия неподеленной электронной пары у атома азота.

H2N─CH─COOH + HCl → [H3N+─CH─COOH]+ Cl-

│ │

R R

2. Карбоксильная группа ─ COOH определяет кислотные свойства.

H2N─CH─COOH + NaOH → H2N─СН─СОО- Na+ + Н2О

│ │

R R

Следовательно, аминокислоты - это амфотерные соединения.

3. Кроме того, аминогруппа в аминокислоте вступает во взаимодействие с входящей в её состав карбоксильной группой, образуя внутреннюю соль:

H2N─CH─COOH ↔ H3N+─СН─СОО- (биполярный ион, цвиттер-ион)

│ │

R R

Водные растворы моноаминомонокарбоновых кислот нейтральны, рН=7; водные растворы монодиаминокарбоновых кислот имеют рН<7, кислая среда; диаминомонокарбоновые кислоты имеют щелочную среду, рН>7.

4. Взаимодействие аминокислот друг с другом - образование пептидов

R─CH─CO[OH + R1─CH─COOH → R─CH─[CO─NH]─CH─COOH +H2O

│ │ │ пептидная │

NH2  H]─N─H NH2 связь R1

Любой дипептид имеет свободные амино- и карбоксильную группу и поэтому может взаимодействовать с ещё одной молекулой аминокислоты, образуя трипептид и т.д.

Общая формула пептидов:

R─CH─ (CO─NH─CH)n─COOH

│ │

NH2 R1

Пептиды, содержащие до 10 аминокислотных остатков, называются олигопептиды; полипептиды содержат боле десяти аминокислотных остатков.

Реакция образования пептидов относится к реакциям поликонденсации.

Поликонденсация – реакция образования высокомолекулярных соединений, сопровождающаяся выделением побочных низкомолекулярных продуктов (H2O NH3 и др.)

**Получение аминокислот**

1. через галогенпроизводные карбоновых кислот

СН3─СООН +Cl2→ ClCH2─COOH + HCl

монохлоруксусная кислота

ClCH2─COOH + NH3 → NH2─СН2─СООН + HCl

аминоуксусная кислота

2. гидролиз белков

**3. Белки – как биополимеры. Строение белковых молекул**

**Белки** – высокомолекулярные органические соединения, состоящие из α-аминокислот, соединенных пептидными связями.

По химическому составу белки делят на две основные группы. К первой группе – *протеины* – относятся те белки, при гидролизе которых образуются только аминокислоты. Вторую группу – *протеиды* – составляют белки, при гидролизе которых помимо аминокислот образуются и другие соединения, например, липиды, углеводы, фосфорные кислоты и др.

В состав белков входит свыше 20 различных аминокислот. Все белки сильно различаются между собой по качественному и количественному составу различных аминокислот, по взаиморасположению аминокислотных остатков.

В тканях и органах человека и животных могут синтезироваться 12 α-аминокислот (заменимые аминокислоты), 8 α-аминокислот в организме человека и животных не синтезируются (незаменимые аминокислоты) и должны поступать в организм с пищей.

**Строение белковых молекул**

Различают четыре уровня структурной организации бел­ковых молекул.

**Первичная структура белка** — это число и последователь­ность аминокислотных остатков в полипептидной цепи. (Полипептидную теорию строения белков предложил немец­кий химик Э. Фишер в начале XX в.).

В организме человека свыше 10000 различных белков, и все они построены из одних и тех же 20 α-аминокислот, которые соединены между собой пептидными связями. Число остат­ков аминокислот в молекулах белков варьирует от 50 до 10. Потенциально возможное число белков с различной первич­ной структурой практически не ограничено.

Один из первых белков, первичная структура которого была установлена в 1954 г., — **гормон инсулин** (регулирует содержание сахара в крови), его молекула состоит из двух полипептидных цепей, которые связаны друг с другом (в одной цепи 21 аминокислотный остаток, в другой — 30).

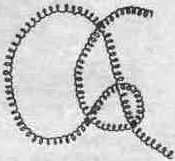
Другой белок — **фермент рибонуклеаза** — состоит из 124 аминокислотных остатков и имеет Mr = 15000. Белок крови — **гемоглобин** — имеет Мr = 68000. Белки некоторых **вирусов** имеют Мr до 50 млн. Относительная молекулярная масса белков изменяется в широких пределах: от 5 тыс. до десятков миллионов.

**Вторичная структура белка** (для большинства белков) — это α-спираль, которая образуется в результате скручива­ния полипептидной цепи за счет водородных связей между группами: —СО— и —NН—

Теоретически все —СО— и —NH— группы могут уча­ствовать в образовании водородных связей, поэтому вторич­ная структура очень стабильна.

Вторичная структура была установлена американским химиком Л. Полингом в 1951 г.

Существуют белки, имеющие другие типы вторичной структуры.



**Третичная структура белка** — пространственная конфигурация спирали.

У большинства белков полипептидные цепи свернуты особым образом в «клубок» — компактную «глобулу». Эта структура поддерживается за счет гидрофобных взаимодействий, а также водородных, дисульфидных, ион­ных и других связей.

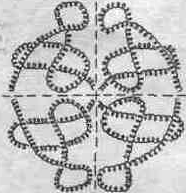
В количественном отношении наиболее важны **гидро­фобные** (от греч. *гидро —* вода, *фобос —* страх) **взаимодей­ствия.** Белок в водном растворе свертывается таким обра­зом, чтобы его гидрофобные (водоотталкивающие) боковые цепи были внутри молекулы, а гидрофильные (раствори­мые) — повернуты наружу.

В результате взаимодействия между различными функ­циональными группами полипептидной цепи образуются **дисульфидные мостики** — S— S— , в создании которых уча­ствуют атомы серы серосодержащих аминокислот (напри­мер, цистеина); **солевые мостики**—получают­ся при взаимодействии карбоксильных и аминогрупп, **сложноэфирные мостики**—ре­зультат взаимодействия карбоксильных и гидроксильных групп.

Существуют белки, у кото­рых третичная структура по­чти или совсем не выражена.

**Четвертичная структура белка** — способ совместной укладки нескольких полипептидных цепей; образую­щиеся структуры называются ассоциатами.

Например, гемоглобин (бе­лок крови) — это сложный бе­лок, макромолекула которого состоит из четырех полипептидных цепей (глобул), соединенных с четырьмя гемами.



.В каждом геме содержится один атом двух­валентного железа, который может непрочно связывать одну молекулу кислорода. В результате такого связывания обра­зуется оксигемоглобин, одна молекула которого переносит к тканям четыре молекулы кислорода. Из тканей гемоглобин выносит углекислый газ, молеку­лы которого присоединяются к аминогруппам, содержа­щимся в полипептидных цепях.

**5. Физические и химические свойства белков. Цветные реакции белков**

**Физические свойства белков**

Свойства белков так же разнообразны, как и функции, которые они выполняют. Одни белки растворяются в воде, образуя, как правило, коллоидные растворы (например, белок яйца); другие растворяются в разбавленных раство­рах солей; третьи нерастворимы (например, белки покров­ных тканей).

**Химические свойства белков**

В радикалах аминокислотных остатков белки содержат различные функциональные группы, которые способны вступать во многие реакции. Белки вступают в реакции окисления-восстановления, этерификации, алкилирования, нитрования, могут образовывать соли как с кислота­ми, так и с основаниями (белки амфотерны).

***1. Гидролиз белков:***  H+

[− NH2─CH─ CO─NH─CH─CO − ]n +2nH2O → n NH2 − CH − COOH + n NH2 ─ CH ─ COOH

│ │ ‌‌│ │

R1 R2 R1  R2

Аминокислота 1 аминокислота 2

***2. Осаждение белков****:*

а) обратимое

Белок в растворе ↔ осадок белка. Происходит под действием растворов солей Na+, K+

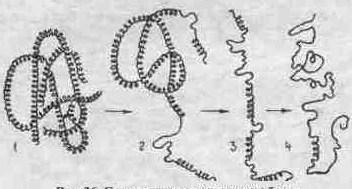
б) необратимое (денатурация)

При денатурации под действием внешних факторов (температура; механическое воздействие – давление, растирание, встряхивание, ультразвук; действия химических агентов – кислот, щелочей и др.) происходит изменение вторичной, третичной и четвертичной структур белковой макромолекулы, т.е её нативной пространственной структуры. Первичная структура, а, следовательно, и химический состав белка не меняются.

При денатурации изменяются физические свойства белков: снижается растворимость, теряется биологическая активность. В тоже время увеличивается активность некоторых химических групп, облегчается воздействие на белки протеолитических ферментов, а, следовательно, он легче гидролизуется.

Например, альбумин — яичный белок — при темпера­туре 60—70° осаждается из раствора (свертывается), теряя способность растворяться в воде.

Схема процесса денатурации белка (разрушение третичной и вторичной структур белковых молекул)



***3. Горение белков***

Белки горят с образованием азота, углекислого газа, воды , а также некоторых других веществ. Горение сопровождается характерным запахом жженых перьев

***4. Цветные (качественные) реакции на белки:***

а) ксантопротеиновая реакция (на остатки аминокислот, содержащих бензольные кольца):

Белок + HNO3 (конц.) → желтое окрашивание

б) биуретовая реакция (на пептидные связи):

Белок + CuSO4 (насыщ) + NaOH (конц) → ярко-фиолетовое окрашивание

в) цистеиновая реакция (на остатки аминокислот, содер­жащих серу):

Белок + NaOH + Pb(CH3COO)2 → Черное окрашивание

**6. Превращения и функции белков в организме.**

Белки являются основой всего живого на Земле и выпол­няют в организмах многообразные функции.

**Функции белков в организме**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 . Пластическая | Строительный мате­риал клетки | Например, коллаген, мембранные белки |
| 2. Транспортная | Переносят различ­ные вещества | Например, гемоглобин (перенос О2и СО2) |
| 3. Защитная | Обезвреживают чуже­родные вещества | Например, у- глобулин сыворотки крови |
| 4.Энергетическая | Снабжают организм энергией | При расщеплении 1 г белка освобождается 17,6 кДж энергии |
| 5.Каталитическая | Ускоряют протекание химических реакций в организме | Все ферменты по своей хи­мической природе являют­ся белками. Например, рибонуклеаза |
| 6.Сократительная | Выполняет все виды движений, к которым способны клетки и организмы | Например, миозин (белок мышц) |
| 7. Регуляторная | Регулируют обменные процессы | Гормоны, например, инсулин (обмен глюкозы) |

Существуют белки, выполняющие специфические фун­кции, например рецепторные, — обеспечивают передачу импульсов между нервными клетками Белки — необходимая составная часть пищи человека, отсутствие или недостаток их в пище может вызвать серь­езные заболевания.

**Контрольные вопросы для закрепления:**

1. Назовите по систематической и рациональной номенклатуре аминокислоты:

а) СН3─СН─СООН б) СН2─СН2─СН2─СООН

│ │

NH2 NH2 CH3

│

в) СН3─СН─СН─СООН г) СН3─СН2─ С─СН2─СООН

│ │

NH2 NH2

1. Объясните, почему после соленой пищи (сельди, соленых огурцов) человека мучает жажда. Как называется это свойство белков?

**Рекомендуемая литература**

- обязательная;

1. Ерохин Ю.М. Химия. Учебник для студ. Сред проф.образ.-М.: Академия, 2006.

Гл. 25, с 353- 363.

- дополнительная;

1. Артеменко А.И. Органическая химия.: Изд. 2-е, испр. – М.: Высшая школа, 2001 –536 с.

- электронные ресурсы.

1. Открытая химия: полный интерактивный курс химии для уч-ся школ, лицеев, гимназий, колледжей, студ. технич.вузов: версия 2.5-М.: Физикон, 2006.
2. КонТрен - Химия для всех. Учебно-информационный сайт. Студентам ХФ, учителям химии, школьникам и абитуриентам URL: <http://kontren.narod.ru/>

3. Химкабинет. Сайт для учителей, учащихся и их родителей. URL:[http://midakva.ucoz.ru/](http://www.uchportal.ru/dir/0-0-1-83-20" \t "_blank)