**2.Фізико-хімічні властивості амінокислот**

При гідролізі природних білків та пептидів вивільнюється близько 20 різних α-L-амінокислот, розміщення кожної з яких у поліпептидному ланцюгу кодується триплетом нуклеотидів у ДНК геному.

Структурні особливості протеїногенних амінокислот:

1) аміногрупа, іон воднюта боковий ланцюг (R-група) зв’язаніз атомомвуглецю, що міститься в α-положенні відносно карбоксильної групи, тобто природні амінокислоти є α-амінокислотами; деякі амінокислоти (лізин, аргінін) мають додаткову аміногрупу, що розташована в кінцевому положенні (ω-) радикала R;

2) за своєюабсолютноюконфігурацієюпротеїногенні амінокислоти є стереоізомерами L-ряду (L-амінокислотами). D-амінокислоти до складу природних білків не входять; вони зустрічаються в бактеріальних та рослинних об’єктах, входять до складу деяких антибіотиків (граміцидин, актиноміцин D). Оптичні ізомери амінокислот диференціюються за смаком (L — гіркі або без смаку, D — солодкі), що свідчить про стереоспецифічність смакових рецепторів.

**Класифікація протеїногенних амінокислот**

Природніα-амінокислотиможутьподілятисянакласизалежновідхімічноїбудови бічного радикалу R:

Амінокислоти

1.Ациклічні (залежно від кількості амінота карбоксильних груп)

* моноаміномонокарбонові
* моноамінодикарбонові
* діаміномонокарбонові
* діамінодикарбонові

2.Циклічні

* Карбоциклічні - Ізпервинною аміногрупою в бічному ланцюзі
* Гетероциклічні – Імінокислоти

**класи амінокислот**

I — амінокислотизнеполярними (гідрофобними) R-групами;

II — амінокислотизполярними (гідрофільними) незарядженими R-групами;

III — амінокислотизнегативнозарядженими R-групами (кисліамінокислоти);

IV — амінокислотизпозитивнозарядженими R-групами (основніамінокислоти).

Крім зазначених двадцяти амінокислот, у складі деяких білків виявлено похідні цих амінокислот, зокрема 4-гідроксипролін, 5-гідроксилізин, N-метилізин, 3-метилгістидин, фосфосерин, фосфотреонін, дийодтирозин. Хімічнамодифікація (гідроксилювання, фосфорилювання, йодування) відповідних амінокислот відбувається вже після їх включення в поліпептидні ланцюги (посттрансляційна модифікація білків)

1. **Кислотно-основні властивості амінокислот**.

Амінокислотиє амфотернимиелектролітами, щоможутьдисоціюватизутворенням іонних форм — аніона або катіона. У водному середовищі амінокислоти існують у вигляді рівноважної суміші, щоскладається з аніонної, катіонноїформтабіполярного іона (цвіттер-іона)

Зазначені реакції утворення аніонів, катіонів та біполярних іонів амінокислотповністю відповідають тільки схемі кислотно-основної дисоціації моноаміномонокарбонових амінокислот, що мають по одній α-амінній та α-карбоксильній групі. У цьому найпростішому випадку рівновага між позитивно та негативно зарядженими молекулами може теоретично досягатися вже в нейтральних розчинах, тобто при рН=7.

Разом із тим, деякі амінокислоти мають бокові ланцюги R, що містять додаткові функціональнігрупи, здатнідодисоціації:

– кислотні групи Asp, Glu;

– основні групи Lys, Arg, His.

Таким чином, сумарний заряд молекул амінокислот (та, відповідно, білків і пептидів, до складу яких вони входять) визначається взаємовідношенням між кількістю вільних кислотних та основних груп, ступенем їх дисоціації (рКа ) та рН середовища.

У кислих розчинах переважає катіонна форма амінокислот (молекули заряджені позитивно), в лужних розчинах — аніонна (амінокислоти заряджені негативно). Ці фізико-хімічні властивості амінокислот визначають їх здатність до електрофорезу — розділенню у високовольтному постійному електричному полі. При рівновазі позитивних та негативних зарядівмолекула амінокислоти перебуває в ізоелектричному стані. Характерне для кожної амінокислоти значення рН, при якому амінокислота має сумарний нульовий заряд, називається рН ізоелектричної точки (рІ).

1. **Полярність молекул амінокислот**.

Залежно від полярності бічних радикалів R (табл. 2.2), амінокислоти в більшій або меншій мірі взаємодіють із диполями води, тобто проявляють гідрофільні або гідрофобні властивості. Полярність функціональних груп амінокислот разом зїх кислотно-основними властивостями визначають особливості структури, більшість фізико-хімічних та, відповідно, біологічних властивостей білків, що синтезуються з цих амінокислот.

1. **Оптичні властивості амінокислот**.

α-Атомвуглецювсіх протеїногенних амінокислот, за виняткомгліцину, зв’язаний із чотирма різними функціональними групами (асиметричний атом) і є хіральним центроммолекули; наосновіцього, протеїногенні амінокислотиєоптичноактивними сполуками, тобто здатні до обертання площиниполяризованого світла.

1. **Здатність до утворення кислото-амідних зв’язків.**

Характерною хімічною особливістю амінокислот є здатність їх α-амінної та α-карбоксильної груп утворювати кислото-амідний (пептидний) зв’язок за рахунок відщеплення елементів молекули води, тобто вступати до реакції поліконденсації. Поліаміди, що утворюються в зазначених реакціях, отримали назву пептидів (дипептидів, трипептидів ... олігопептидів ... поліпептидів, відповідно).

**Структура пептидної групи**

Чотири атоми, що входять до складу пептидної групи (–СО–NH–), розміщені в одній геометричній площині, тобто є компланарними. Кисенькарбонільної групитаводень NH-групи розташовані в трансположенні. Довжина зв’язку між атомами вуглецюкарбонільної групи та азоту амідної групи дорівнює 0,132 нм, тобто цей зв’язок коротший звичайного одинарного зв’язку C–N (0,147 нм) і є приблизно на 50 % подвійним. Такий характер подвійного зв’язкузумовленийспряженням вільної пари p-електронів азоту з π-електронами подвійного зв’язку С=О (р,π-спряження) та утворенням резонансної структури:

Виходячи з будови пептидного зв’язку та пептидної групи, вільне обертання в пептидному ланцюзі можливе тільки навколо груп –CHR, що розташовані між окремими компланарними пептидними групами . Ці структурні обмеження, разом ізздатністю певних функціональних груп пептидних ланцюгів до сильних та слабкихвзаємодій, детермінують особливості утворення упорядкованих конформацій молекулбілків, щорозглянутінижче.

1. **Хімічні реакції, що використовуються для аналізу амінокислот**. Завдякирізноманітностісвоїхфункціональнихгрупмолекулиα-амінокислотможуть вступати в хімічні реакції, якізастосовуються в аналітичній та клінічній біохімії для ідентифікації і кількісного визначення окремих амінокислот. Ці реакції (так звані “кольорові реакції”) використовуються для визначення як вільних амінокислот, що містяться як у біологічних об’єктах (плазмі крові, сечі тощо), так і в межах аналізу амінокислотного складу білків тапептидів.

**Нінгідринова реакція**

Нінгідрин (трикетогідринденгідрат) принагріваннізα-амінокислотамиспричиняє їх декарбоксилювання з утворенням NH3 , СО2 та альдегіду — продукту окислювального декарбоксилювання амінокислоти. У подальшому аміак, що вивільнився, реагує з відновленимнінгідрином, утворюючикомплекс синьо-фіолетового кольору з максимумомпоглинанняприλmax = 570 нм. Задопомогоюнінгідриновоїреакціїможливо детектувати 1 нмоль амінокислоти:

**Флуорескамінова реакція**

Високочутливим реагентом на α-амінокислоти є такожфлуорескамін, який утворює з амінокислотами флуоресцуючі комплекси. Флуорескамінова реакція є більшчутливою, ніжнінгідринова, ідозволяєвизначати амінокислоти в кількостях 10-50 пмолей.

Спектрофотометричне або спектрофлуорометричне вимірювання комплексів амінокислот із нінгідриномабофлуорескаміномдозволяє кількісно визначати амінокислоти не тільки як вільні метаболіти, а й у складі білкових гідролізатів після їх хроматографічного розділення, що використовується в аналізі первинної структури білків та пептидів.

Крім зазначених, у клінічній біохімії застосовують такі “кольорові реакції” амінокислот:

– **ксантопротеїнова реакція** — характерна для бензольного ядра циклічних амінокислот (фенілаланіну, тирозину, триптофану), яке нітрується при дії концентрованої азотної кислоти з утворенням нітросполук жовтого кольору;

**– реакція Мілона** — специфічна реакція на тирозин (амінокислоту, що містить фенольнийгідроксил). Вумовах нагрівання фенолів та їх похіднихі з реактивом Мілона (суміш нітрат і в ртуті (I) та (II)) утворюються ртутніпохідні цегляно-червоногокольору;

– **реакція Сакагучі** — реакція, що застосовується для ідентифікації гуанідинової групи аргініну. При взаємодії гуанідину зα-нафтолом та гіпохлоритом натрію в лужних умовах утворюються сполуки з червоним забарвленням;

– **реакція Ерліха** — застосовується для виявлення індольного кільця триптофану, яке при реакціїз n-диметиламінобензальдегідом у кислому середовищі дає сполуки з фіолетовим забарвленням;

– **реакція Фоля** — реакція, характерна для сірковмісних амінокислот. При кіп’ятінні розчину білка або відповідних амінокислот із лугому присутності плюмбіту натрію утворюється чорно-бурий осад сульфіду свинцю.