

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я
ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БІОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ

**К. В. Александрова, С. В. Левіч, О. Б. Макоїд,
Д. М. Сінченко, Є. К. Михальченко**

БІЛКИ ТА ФЕРМЕНТИ

ЗБІРНИК ЗАДАЧ, ВПРАВ ТА ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

*з дисципліни "Біологічна хімія" для самостійної аудиторної та
позааудиторної роботи студентів 2 курсу медичних факультетів
спеціальності "Лікувальна справа"*

Запоріжжя

2017

УДК 577:542.2](072)

Б 61

Затверджено на засіданні Центральної методичної Ради ЗДМУ

(протокол № 5 від 25.05.2017 р.)

та рекомендовано для використання в освітньому процесі.

Автори:

*К. В. Александрова, С. В. Левіч, О. Б. Макоїд, Д. М. Сінченко,
Є. К. Михальченко*

Рецензенти:

*Б. О. Прийменко - д.фарм.н., професор кафедри органічної хімії
Запорізького державного медичного університету;
О. Б. Приходько - д.біол.н., доцент, завідувач кафедри медбіології,
паразитології та генетики Запорізького державного медичного університету.*

Білки та ферменти: збірник задач, вправ та тестових завдань з дисципліни "Біологічна хімія" для самостійної аудиторної та позааудиторної роботи студентів 2 курсу медичних факультетів спеціальності "Лікувальна справа"/ К. В. Александрова, С. В. Левіч, О. Б. Макоїд, Д. М. Сінченко, Є. К. Михальченко. – Запоріжжя : ЗДМУ, 2017.- 89 с.

Збірник складений відповідно до програми з біологічної хімії, яка затверджена наказом МОН України, для проведення занять зі студентами вищих медичних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації для спеціальності «Лікувальна справа».

Рекомендовано для використання при проведенні занять з дисципліни «Біологічна хімія».

УДК 577:542.2](072)

©К. В. Александрова, С. В. Левіч, О. Б., Макоїд Д. М. Сінченко,
Є. К. Михальченко, 2017

©Запорізький державний медичний університет, 2017

ЗМІСТ

1.	Введення.....	4
2.	Розділ I. Прості та складні білки. Амінокислотний склад, будова та функції.....	5
3.	Основні питання.....	5
4.	Завдання для самопідготовки.....	15
5.	Розділ 2. Будова та властивості ферментів.....	45
6.	Основні питання.....	45
7.	Завдання для самопідготовки.....	55
8.	Список рекомендованої літератури.....	89

ПЕРЕДМОВА

Згідно останніх тенденцій викладання в вищих навчальних закладах все більше уваги приділяється самостійній роботі студентів. В цьому аспекті особливо важливим є можливість самоперевірки студентами одержаних знань.

В представленому збірнику наведені задачі, вправи та тестові завдання з наступних розділів курсу "Біологічна хімія": "Будова, властивості простих та складних білків" та "Будова, властивості ферментів".

Збірник також містить основні теоретичні поняття з даних розділів та список рекомендованої літератури.

РОЗДІЛ I. ПРОСТІ ТА СКЛАДНІ БІЛКИ. АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД, БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Виходячи із структури, білками називаються високомолекулярні азотовмісні органічні речовини, побудовані з амінокислот, що з'єднані між собою пептидними зв'язками і мають складну структурну організацію.

Функції білків

Білки виконують в організмі цілий ряд функцій.

Каталітична функція. Найбільш добре відома роль білків в організмі - каталіз різних хімічних реакцій. Ферменти - група білків, що володіє специфічними каталітичними властивостями, тобто кожен фермент каталізує одну або декілька схожих реакцій. Ферменти каталізують реакції розщеплювання складних молекул (катаболізм) та їх синтезу (анаболізм), а також реплікації і репарації ДНК і матричного синтезу РНК. Відомо кілька тисяч ферментів, серед них такі, як, наприклад пепсин, розщеплюють білки в процесі травлення. У процес посттрансляційної модифікації деякі ферменти додають або видаляють хімічні групи на інших білках. Відомо близько 4000 реакцій, що каталізуються білками. Прискорення реакції в результаті ферментативного каталізу іноді величезна: наприклад, реакція, що каталізується ферментом оротат-карбоксилази протікає в 10¹⁷ швидше некаталізуємою (78000000 років без ферменту, 18 мілісекунд за участю ферменту).

Структурна функція. Структурні білки цитоскелета, як свого роду арматура, надають форму клітин і багатьом органам і беруть участь у зміні форми клітин (рис. 1). Більшість структурних білків є філаментозними білками: наприклад, мономери актину і тубуліну - це глобулярні, розчинні білки, але після полімеризації вони формують довгі нитки, з яких складається цитоскелет, що дозволяє клітині підтримувати форму. Колаген і еластин - основні компоненти міжклітинної речовини сполучної тканини (наприклад, хряща), а з іншого

структурного білка кератину складаються волосся, нігті, пір'я птахів і деякі раковини.

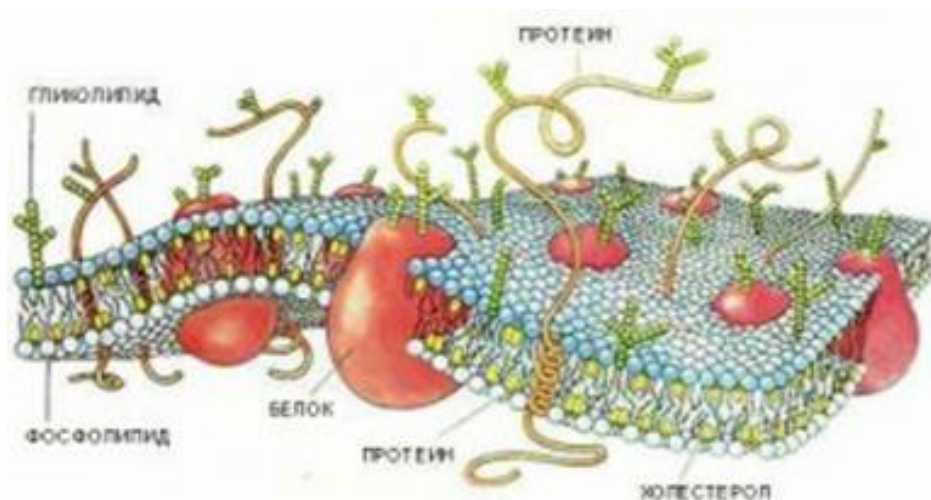


Рис. 1. Структурна функція білків.

Захисна функція. Існують декілька видів захисних функцій білків:

1. Фізичний захист. У ній бере участь колаген - білок, який утворює основу міжклітинної речовини сполучних тканин (у тому числі кісток, хряща, сухожиль і глибоких шарів шкіри) дерми); кератин, що становить основу рогових щитків, волосся, пір'я, рогів та ін похідних епідермісу.

2. Хімічний захист. Зв'язування токсинів білковими молекулами може забезпечувати їх детоксикацію. Особливо важливу роль в детоксикації у людини відіграють ферменти печінки, що розщеплюють отрути або переводять їх у розчинну форму, що сприяє їх швидкому виведенню з організму.

3. Імунний захист. Білки, що входять до складу крові та інших біологічних рідин, беруть участь в захисному відповіді організму як на пошкодження, так і на атаку патогенів. Білки системи комплементу і антитіла (імуноглобуліни) відносяться до білків другої групи, вони нейтралізують бактерії, віруси або чужорідні білки.

Регуляторна функція. Багато процесів всередині клітин регулюються білковими молекулами, які не служать ні джерелом енергії, ні будівельним матеріалом для клітини. Ці білки регулюють транскрипцію, трансляцію, сплайсинг, а також активність інших білків. Регуляторну функцію білки

здійснюють або за рахунок ферментативної активності (наприклад, протеїнази), або за рахунок специфічного зв'язування з іншими молекулами, як правило, впливає на взаємодію з цими молекулами ферментів.

Сигнальна функція. Сигнальна функція білків - здатність білків служити сигнальними речовинами, передаючи сигнали між тканинами, клітинами або організмами. Часто сигнальну функцію об'єднують з регуляторної, так як багато внутрішньоклітинні регуляторні білки теж здійснюють передачу сигналів. Сигнальну функцію виконують білки-гормони, цитокіни, фактори росту та ін. Гормони переносяться кров'ю. Більшість гормонів тварин - це білки або пептиди.

Транспортна функція. Розчинні білки, що беруть участь в транспорті малих молекул, повинні мати високу спорідненість (афінність) до субстрату, коли він присутній у високій концентрації, і легко його вивільняти в місцях низької концентрації субстрату. Прикладом транспортних білків можна назвати гемоглобін, який переносить кисень з легень до решти тканин і вуглекислий газ від тканин до легень, а також гомологічні йому білки, знайдені у всіх царствах живих організмів.

Запасна (резервна) функція білків. До таких білків належать так звані резервні білки, які запасуються в якості джерела енергії і речовини в насінні рослин і яйцеклітинах тварин; білки третинних оболонок яйця (овальбуміни) і основний білок молока (казеїн) також виконують, головним чином, живильну функцію. Ряд інших білків використовується в організмі як джерело амінокислот, які в свою чергу є попередниками біологічно активних речовин, що регулюють процеси метаболізму.

Рецепторна функція. Білкові рецептори можуть як знаходитися в цитоплазмі, так і вбудовуватися в клітинну мембрану. Одна частина молекули рецептора сприймає сигнал, яким найчастіше служить хімічна речовина, а в деяких випадках - світло, механічний вплив (наприклад, розтягнення) та інші стимули. При впливі сигналу на певну ділянку молекули білок-рецептор відбуваються її конформаційні зміни. В результаті змінюється конформація іншої

частині молекули, що здійснює передачу сигналу на інші клітинні компоненти. Існує кілька механізмів передачі сигналу.

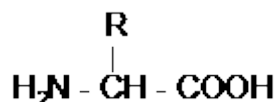
Моторна (рухова) функція. Цілий клас моторних білків забезпечує рух організму (наприклад, скорочення м'язів, у тому числі локомоції (міозин), переміщення клітин всередині організму (наприклад, амебоїдний рух лейкоцитів), рух війок і джгутиків, а також активний і спрямований внутрішньоклітинний транспорт (кінезин, дінеїн) .

Амінокислотний склад білків

Мономерами білків, як було сказано вище, є амінокислоти. Спільною ознакою для всіх амінокислот є наявність карбоксильної та аміної груп.

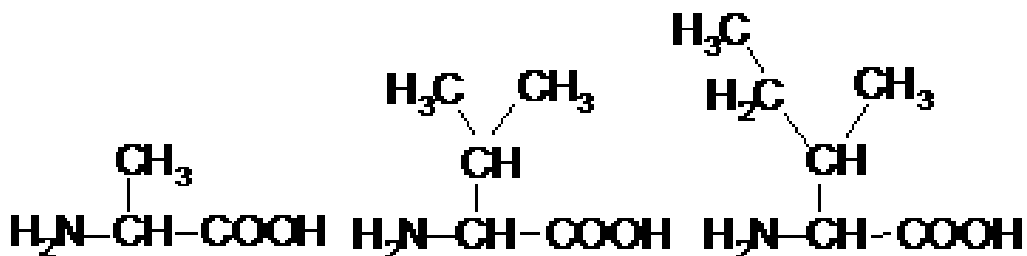
У білках знаходяться 20 різновидів амінокислот. Серед них зустрічається і пролін, який, власне, є не аміно-, а імінокислотою. Деякі білки містять гідроксипролін та гідроксилізин. Але ці амінокислоти утворюються із звичайних після включення їх у склад білкової молекули.

Відомо 20 α -амінокислот, які генетично кодуються, і декілька їх похідних, що утворюються шляхом ферментативної модифікації. Загальну формулу α -амінокислоти можна зобразити так:

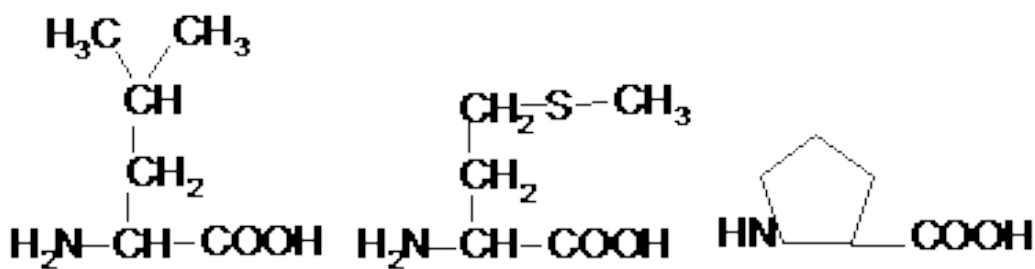


Класифікація амінокислот за полярністю радикалу

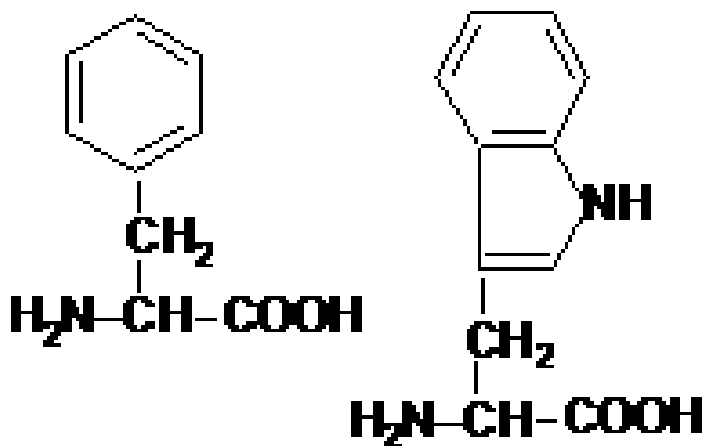
Неполярний радикал



Аланін (Ала, Ala, A) Валін (Вал, Val, V) Ізолейцин (Ілей, Ile, I)

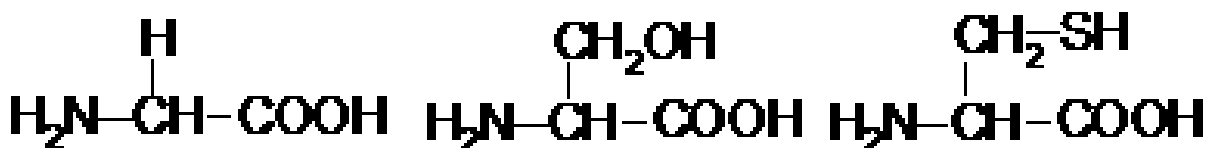


Лейцин (Лей, Leu, L) Метіонін (Мет, Met, M) Пролін (Про, Pro, P)



Фенілаланін (Фен, Phe, P) Триптофан (Три, Trp, W)

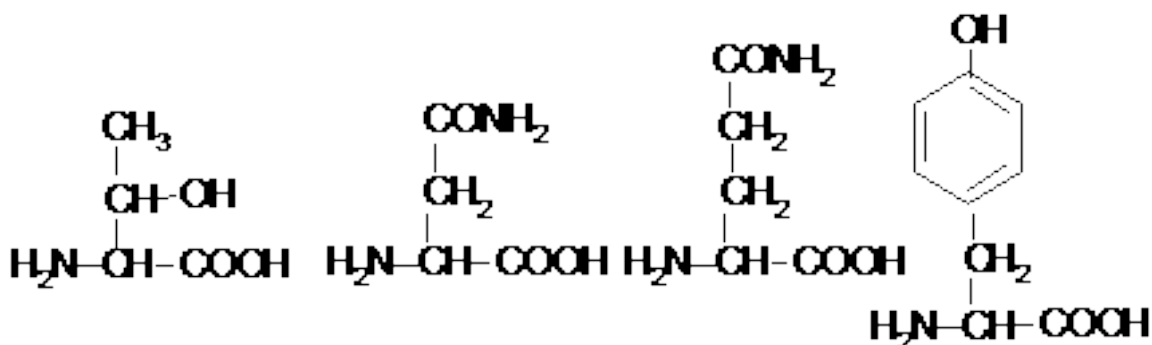
Полярний незаряджений радикал



Гліцин (Глі, Gly, G)

Серин (Сер, Ser, S)

Цистеїн (Цис, Cys, C)



Треонін

Аспарагін

Глутамін

Тирозин

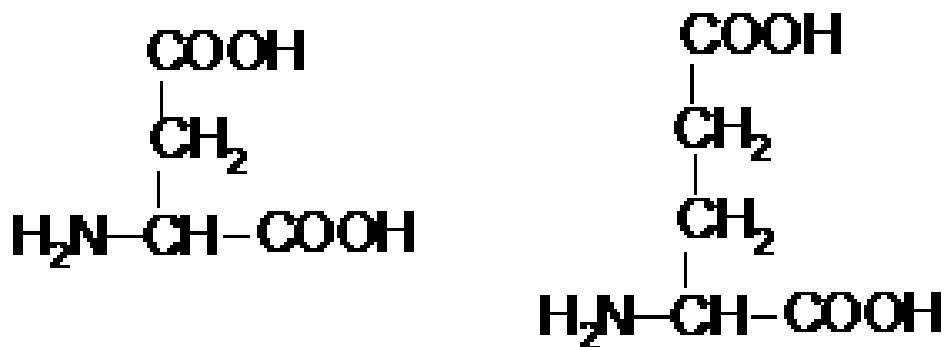
(Тре, Thr, T)

(Асн, Asn, N)

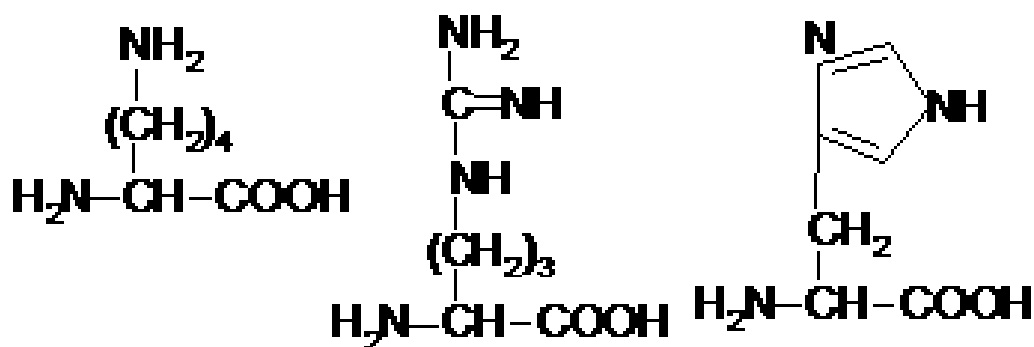
(Глн, Gln, Q)

(Тир, Tyr, Y)

Полярний заряджений радикал



Аспарагінова кислота (Асп, Asp, D) Глутамінова кислота (Глу, Glu, E)

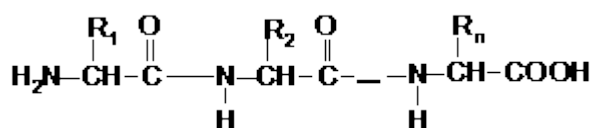


Лізин (Ліз, Lys, K) Аргінін (Арг, Arg, R) Гістидин (Гіс, His, H)

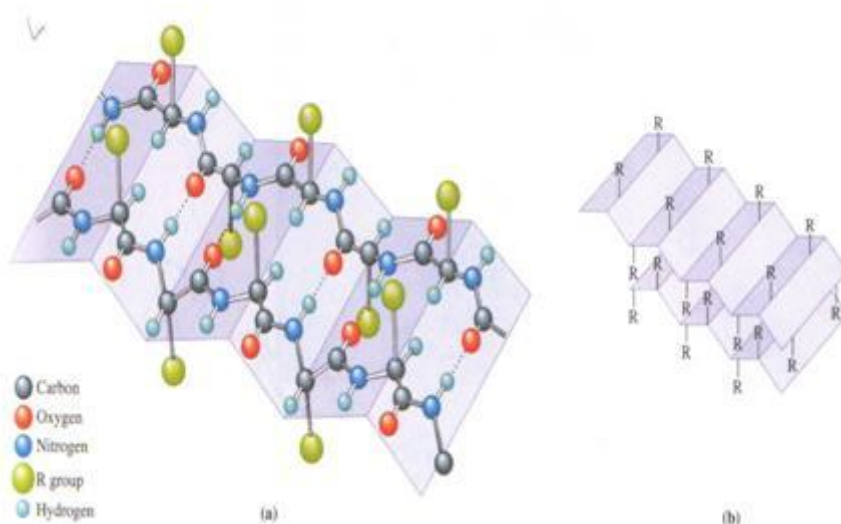
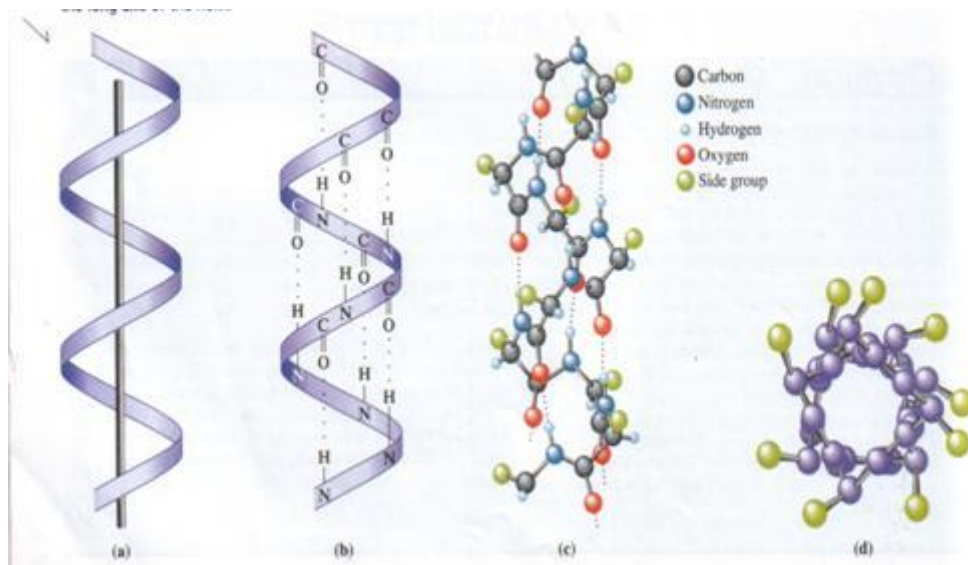
Структура білків

За хімічною будовою білки є поліпептидами. Внаслідок взаємодії функціональних груп поліпептиду між собою і з оточуючим середовищем він набуває специфічної просторової форми. Тільки в цій формі він є біологічно активним. Для спрощення опису просторової форми білкових молекул користуються поняттям про рівні структурної організації (Ліндерстрем-Ланг).

Первинна структура. Первинна структура білків - це порядок розташування амінокислотних залишків в нерозгалуженому поліпептидному ланцюгу:



Вторинна структура.



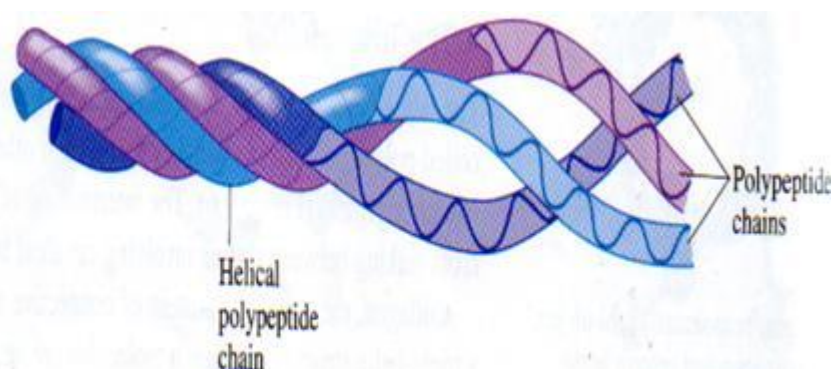
Вторинна структура білка - це регулярна укладка поліпептидного ланцюга, стабілізована водневими зв'язками між пептидними групами. Щільність упаковки цієї структури така ж, як і у кристалів. Тому білки називають аперіодичними кристалами. Для різних білків ступінь і характер спіралізації відрізняються.

α -Спіраль можна уявити як ланцюг, закручений навколо уявного циліндра. В білках виявлено правозакручену спіраль. Водневі зв'язки утворюються між пептидними групами через три залишки, причому кожна пептидна група утворює по два водневих зв'язки (за рахунок і кисню, і гідрогену). Таким чином α -спіраль вся пронизана водневими зв'язками. Висота одного витка спіралі - 0,54 нм і на нього припадає 3,6 амінокислотних залишки. В β -структурі водневі зв'язки

утворюються між різними ланцюгами (паралельний складчастий шар), або різними ділянками одного ланцюга (антипаралельний складчастий шар).

β -Структуру утворюють поліпептиди, до складу яких входять, як правило, неполярні амінокислоти з невеликими радикалами. Вони не заважають утворенню шарової структури. В місцях розташування залишку гліцину, який не має радикалу, ланцюг може змінювати напрямок на 180° , що веде до утворення антипаралельних фрагментів. Спіралізуватись може до 75% всього поліпептидного ланцюга.

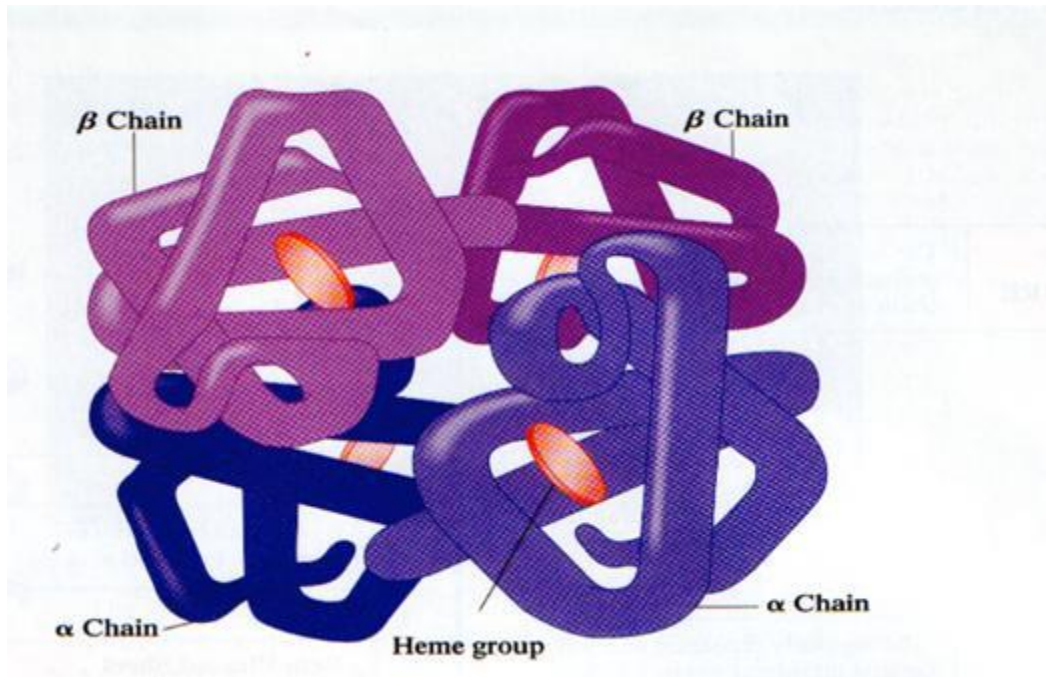
Третинна структура



Третинна структура – це трьохмірна укладка поліпептидного ланцюга, яка стабілізується внутрішньомолекулярними взаємодіями радикалів амінокислотних залишків. Внаслідок вільного обертання навколо α -вуглецевих атомів радикали можуть по-різному орієнтуватись в просторі, утворюючи зв'язки із спорідненими групами і забезпечуючи термодинамічно вигідну укладку молекули.

В глобулярних білках поліпептидний ланцюг містить багато гідрофільних полярних радикалів, які орієнтуються назовні глобули, до оточуючого водного середовища, утворюючи водневі зв'язки з молекулами води. Гідрофобні радикали переважно занурюються всередину глобули, уникаючи контактів із водним середовищем, і утворюють між собою гідрофобні зв'язки. Оскільки кожний радикал є полярним (гідрофільним), або неполярним (гідрофобним), то водневі і гідрофобні зв'язки відіграють вирішальну роль в формуванні глобули. Утворена компактна кулеподібна структура стабілізується більш міцними йонними та дисульфідними зв'язками:

Четвертинна структура



Велика кількість білків складається більше, як з одного поліпептидного ланцюга. Четвертинна структура характеризує спосіб об'єднання поліпептидних ланцюгів в молекулі такого білку. Наявність четвертинної структури у того чи іншого білка можна прогнозувати за його кількісним складом. Як правило, окремі поліпептидні ланцюги містять від 100 до 300 залишків амінокислот і мають молекулярну масу 12000 - 36000. Якщо молекулярна маса більша 50000, то можна вважати, що білок складається з декількох поліпептидів.

Білки, які мають четвертинну структуру, називаються олігомерами або мультимерами, а ланцюги, з яких вони утворені, - протомерами або субодиницями.

Денатурація

Порушення унікальної природної конформації молекули, що відбувається внаслідок розриву нековалентних зв'язків і приводить до втрати біологічної активності, називається денатурацією.

Розглянемо дію головних денатуруючих факторів:

Вплив температури. Білки переважно втрачають свою конформацію при температурі вище 50-60°C, хоч відомі термофільні бактерії, білки яких

витримують і вищі температури. Найбільш чутливі до підвищення температури водневі зв'язки.

Денатуровані білки, втрачаючи впорядковану будову, зменшують розчинність у воді, так як збільшується кількість гідрофобних радикалів, які контактують з водним оточенням (на схемі О – гідрофільні, а V – гідрофобні радикали):

Вплив рН середовища. При екстремальних значеннях рН білки денатурують внаслідок зміни заряду функціональних груп. Однак осадження білку при цьому не спостерігається, оскільки молекули мають значний однойменний заряд і взаємно відштовхуються.

Денатуруючу дію на білки мають також деякі речовини з тих, що утворюють з ними солі. Це трихлороцтова та хлорна кислоти, катіони важких металів (Pb^{2+} , Cu^{2+} та інші). При їх дії спостерігається осадження білків.

При денатурації первинна структура білків не порушується і в деяких випадках денатурований білок відтворює свою природну конформацію - відбувається ренатурація. Отже, денатурація може бути необоротна і оборотна.

Класифікація білків за особливостями хімічної будови

Прості білки (апопротеїни) при гідролізі розщеплюються тільки до амінокислот. Складні білки (голопротеїни) — це двокомпонентні білки. Вони складаються з будь-якого простого білка та небілкового компонента, який називається простетичною групою. Але і ця класифікація не позбавлена недоліків. Річ у тому, що прості білки зустрічаються дуже рідко, бо функціональні групи білків здатні утворювати комплексні сполуки з різними небілковими речовинами. Отже, поняття прості білки надто відносне.

Складні білки поділяються на підгрупи, залежно від будови небілкового компонента. Звідси розрізняють: хромопротеїни, гемопротеїни, флаво-протеїни, нуклеопротеїни, глікопротеїни, ліпопротеїни, фосфопротеїни, металопротеїни та інші. Недосконалість цієї класифікації полягає в тому, що деякі складні білки можуть бути віднесені до різних груп речовин. Наприклад глікопротеїни можна розглядати як складні білки та як складні вуглеводи.

Білки, що містять у своєму складі, крім білкової, ще небілкову частину, називаються складними білками або голопротеїнами. Небілкова частина голопротеїнів — простетичною частиною білка (від грец. prostheto — приєдную). Складний білок при розщепленні утворює білкову частину — апопротеїн і небілкову — простетичну:

Складні білки поділяють на групи залежно від природи їх небілкової частини:

глікопротеїни - багато білків сполучної тканини, крові, зовнішньої поверхні клітинних мембран;
ліпопротеїни – форма транспорту ліпідів в крові, інтегральні білки мембран,
нуклеопроетїни - хромосоми, рибосоми;
фосфопроетїни - поживний білок молока казеїн;
металопротеїни - містять безпосередньо атоми металу, а не металоорганічні комплекси типу гему. До них належать металоферменти, форми запасання і транспорту металу феритин (Fe), церулоплазмін (Cu), металотіонеїн (Zn, Cu, Cd);
хромопротеїни – містять забарвлену органічну групу (гем, рибофлавін).

Особливості хімічного складу і будови білків реалізуються у виконанні ними певних біологічних функцій. З'ясуємо цю залежність на прикладі окремих функцій білків.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Порівняйте розчинність трьох пентапептидів при $pH = 7$. Розташуйте їх у порядку зростання гідрофільних властивостей:

- 1) лей - фен - іле - глі - вал;
- 2) глу - асп - сер - фен - іле.
- 3) арг - ліз - тре - гіс - цис.

2. Розмістіть елементи структури білкової молекули в тій послідовності, в якій вони виникають при синтезі білка та формуванні його нативної конформації.

1. Об'єднання протомерів в олігомерний білок.
2. Формування α -спіралей і β -складчастих ділянок.
3. Утворення пептидних зв'язків.
4. Утворення гідрофобних, водневих і іонних зв'язків між радикалами

амінокислот.

3. Напишіть структурну формулу пентапептида наступної будови:

Гіс - Глу - Про - Фен - Сер.

4. Взаємодія субодиниць в олігомерному білку і білків з лігандами обумовлено принципом ...

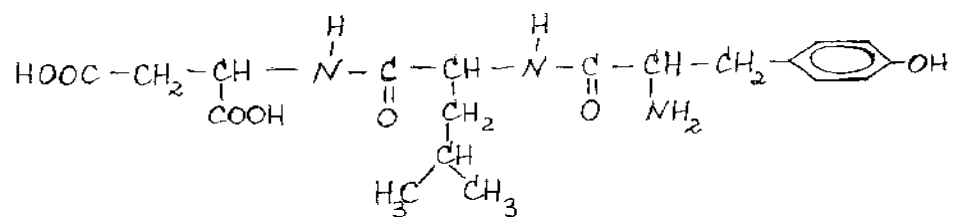
5. Амінокислоти серин, тирозин і треонін, відповідно до класифікації за хімічною природою радикала, відносяться до ... амінокислотам і при формуванні третинної структури можуть утворювати ... зв'язки.

6. Аспарагінова і глутамінова амінокислоти, відповідно до класифікації за хімічною природою радикала, відносяться до ... амінокислотам і при формуванні третинної структури можуть утворювати ... зв'язки з радикалами наступних амінокислот ...

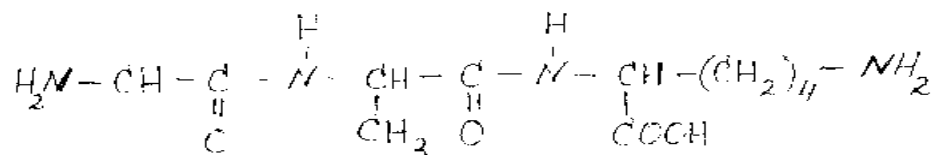
7. Поділ білків методом електрофорезу заснован на їх відмінності по ...

8. В основі методу гемодіалізу лежить поділ високомолекулярних сполук від низькомолекулярних домішок за допомогою ...

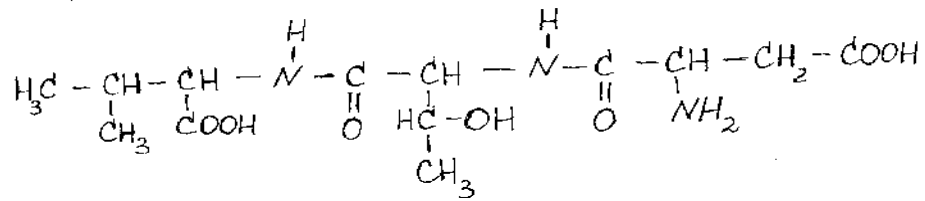
9. Назвіть даний трипептид та напишіть реакцію його утворення. Вкажіть N-кінцеву та C-кінцеву амінокислоти:



10. Назвіть даний трипептид та напишіть реакцію його утворення. Вкажіть N-кінцеву та C-кінцеву амінокислоти:



11. Назвіть даний трипептид та напишіть реакцію його утворення. Вкажіть N-кінцеву та C-кінцеву амінокислоти:



12. Визначте послідовність амінокислот в тетрапептиді, використовуючи наступні дані.

А. При аналізі N-кінцевої амінокислоти і амінокислотного складу пептиду отримано: Фен (Ліз, Глу, Про).

Б. після гідролізу трипсином (розщеплює пептидні зв'язки, в утворенні яких беруть участь карбоксильні групи Ліз і Арг) утворюється трипептид, що містить Ліз, Фен, Про.

13. Визначте послідовність амінокислот в тетрапептиді, використовуючи наступні дані.

А. При аналізі N-кінцевої амінокислоти і амінокислотного складу пептиду отримано: Асп- (Про, Тир, Мет).

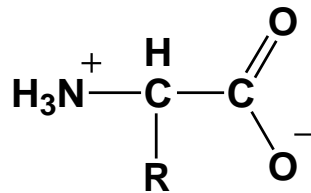
Б. Після гідролізу бромистим цианом (розщеплює пептидні зв'язки, в яких бере участь карбоксильна група Мет) утворюється трипептид, що містить Тир, Мет, Асп.

14. Визначте послідовність амінокислот в тетрапептиді, використовуючи наступні дані:

А. При аналізі N-кінцевої амінокислоти і амінокислотного складу пептиду отримано: цис- (Три, Про, Сер).

Б. Після гідролізу хіотрипсином (розщеплює в основному пептидні зв'язки, в утворенні яких беруть участь карбоксильні групи ароматичних амінокислот) утворюється трипептид, що містить Три, Цис, Про.

15. При рН 7,0 більшість амінокислот існує у вигляді цвіттер-іонів

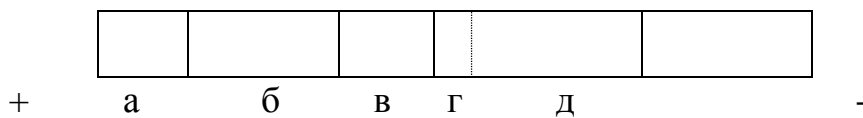


А. Назвіть амінокислоти, які мають при рН 7,0 додатковий негативний заряд, і напишіть їх формули в іонізованій формі.

Б. Назвіть амінокислоти, які мають при рН 7,0 додатковий позитивний заряд, і напишіть їх формули в іонізованій формі.

16. Суміш пептидів (P1, P2, P3, P4, P5) розділяли методом гелелектрофорезу при рН 8,5. Після розділення і забарвлення гелю з метою виявлення пептидних зон була отримана електрофореграма, показана на малюнку нижче. Знаючи ІЕТ пептидів (P1 = 8,7; P2 = 10,2; P3 = 5,5; P4 = 8,2; P5 = 7,2), визначте яка зона відповідає кожному з них (всі пептиди мають однакову молекулярну масу) .

старт



17. У молекулі олігомерного білка є 19 залишків лізину, близько 12 з них легко ацилюються ангідридами дикарбонових кислот (реагентами на NH₂-групи). Ацилювання додатково ще 2 залишків лізину призводить до дисоціації білка на субодиниці. Решта 5 залишків лізину можуть бути модифіковані тільки після денатурації білку. Припустіть, скільки залишків лізину розташоване

- а) на поверхні білка;
- б) всередині глобули;
- в) на ділянці контакту між субодиницями;

18. Дан пептид Арг-Ліз-Асп-Сер.

А. Біля кожної амінокислоти вкажіть заряд її радикалу (0, +, -) при рН 7,0; визначте область рН (> 7,0; <7,0 або 7,0), в якій лежить ІЕТ даного пептиду.

Б. Що відбувається з пептидом в електричному полі при рН 7,0: рух до анода, або до катода або залишається на старті?

В. Як зміниться заряд пептиду при рН 7,0, якщо амінокислоту Ліз замінити на Лей? Чи зміниться і, якщо так, то яким чином, вкажіть напрямок його руху в електричному полі?

19. Напишіть структурну формулу пентапептида наступної будови:

Цис - Арг - Фен - Гли - Тир.

А. Позначте N- і С-кінці пептиду.

Б. Відзначте регулярно повторювані групи, що утворюють пептидний кістяк і радикали амінокислот.

В. Які з вивчених Вами кольорових реакцій будуть позитивні з даними пептидом?

20. Методом електрофорезу на папері в сироватці крові людини було виявлено 5 білків: альбумін, α_1 -, α_2 -, β - і γ -глобуліни. Ізоточка альбуміну дорівнює 5,2, γ -глобуліну - 7,3, у α_1 -, α_2 -, β -глобулінів положення ізоточок проміжне. Електрофорез проводили при рН 8,0. Вкажіть напрямок міграції зазначених білків і ступінь їх рухливості при даному рН.

21. Як змінюється електрофоретична рухливість білку (ізоточка 6.8; фракціонування ведеться при рН 7,0), якщо в його молекулі: а) Глу замінена на Вал; б) Ліз замінений на Глу; в) Глу замінена на Ліз; г) Вал замінений на Гли; д) Гіс замінений на Арг.

22. Напишіть рівняння реакцій взаємодії пептидів:

1) Сер - Тир; 2) Арг - Три; 3) Мет - Глу; 4) Глі - Ліз; 5) Про - Асп з дінитрофторбензолом (ДНФ) і гідролізу ДНФ-пептидів соляною кислотою. Які ДНФ-амінокислоти утворюються в результаті реакцій?

23. Гемоглобін містить 0,34% заліза. Розрахуйте молекулярну масу гемоглобіну, враховуючи, що молекула гемоглобіну містить 4 атома заліза.

24. Виберіть правильне визначення вторинної структури білка:

1. Спосіб укладання протомерів в в олігомерному білку.

2. Послідовність амінокислот, з'єднаних пептидним зв'язком в поліпептидному ланцюгу .

3. Просторове укладання поліпептидного ланцюга, стабілізована переважно слабкими зв'язками між радикалами амінокислот.

4. Спосіб укладання поліпептидного ланцюга у вигляді α -спіралей і β -структур.

5. Об'єднання декількох поліпептидних ланцюгів в фібрилярні структури.

25. Підберіть до кожного рівня структурної організації білку відповідне поняття.

- | | |
|----------------|---|
| 1) первинна; | A) конформація пептидного остова, у формуванні якої беруть участь водневі зв'язку між пептидними угрупованнями; |
| 2) вторинна; | B) порядок чергування амінокислот в білках; |
| 3) третинна; | C) просторові розташування і характер взаємодії пептидних ланцюгів в олігомерному білку; |
| 4) четвертина. | D) конформація поліпептидного ланцюгу, стабілізована міжрадикальними зв'язками. |

26. Виберіть найбільш повне визначення четвертичної структури білка:

1. Спосіб укладання поліпептидного ланцюга в просторі.
2. Просторове розташування поліпептидних ланцюгів у вигляді фібрилярних структур.
3. Кількість протомерів, їх розташування відносно один одного і характер зв'язків між ними в олігомерному білку.
4. Порядок чергування амінокислот у поліпептидного ланцюга.
5. Спосіб укладання поліпептидного ланцюга у вигляді α -спіралей і β -структур.

27. Виберіть визначення третинної структури білка.

1. Просторова структура білка, стабілізована водневими зв'язками, що утворюються між атомами пептидного остова.
2. Конформація поліпептидного ланцюга, обумовлена взаємодією радикалів амінокислот.
3. Порядок чергування амінокислот у поліпептидного ланцюга.

4. Конформація білка, стабілізована переважно ковалентними зв'язками між радикалами амінокислот.

5. Спосіб укладання протомерів в олігомерному білку.

28. Які з перерахованих нижче взаємодій обумовлені компліментарністю молекул?

1. Білка з лігандом.

2. Протомерів в олігомерному білку.

3. Білка з диполями води в розчині.

4. Функціонально пов'язаних ферментів при формуванні поліферментних комплексів.

5. Різних білків в процесі самозборки клітинних органел.

6. Радикалів амінокислот при формуванні третинної структури білка.

29. Що розуміється під зміною конформації білка?

1. Зміна амінокислотної послідовності поліпептидного ланцюгу.

2. Зміна вторинної та третинної структури поліпептидних ланцюгів.

3. Заміна однієї простетичної групи в складному білку на іншу простетичну групу.

4. Зміна взаємного розташування в просторі субодиниць олігомерного білку.

30. Які з перерахованих нижче фізико-хімічних властивостей білків лежать в основі їх поділу методом іонообмінної хроматографії і електрофорезу?

1. Гідратація молекул.

А. Використовуються в

2. Заряд молекул.

іонообмінній хроматографії.

3. Форма молекул.

В. Застосовується для

4. Молекулярна маса.

електрофорезу.

С. Застосовується для обох методів.

Д. Не використовується в даних методах.

31. Підберіть до кожної з амінокислот відповідну властивість радикала:

- | | |
|--------|-------------------------------|
| 1. Три | А. Гідрофільний, з аніонною |
| 2. Асп | групою |
| 3. Цис | В. Гідрофільний, з катіонною |
| 4. Лей | групою |
| | С. Гідрофільний НЕ заряджений |
| | Д. Гідрофобний |

32. Виберіть парні поєднання ключових слів або фрагментів фраз, позначених буквами А, Б, В, Г, і смислових визначень, позначених буквами а, б, в, г.

А. Метод динітрофенілювання за Сенджером. Б. Лейцинамінопептидаза. В. Карбоксипептидаза. Г. Гідразіноліз (метод Аккоборі)

а) використовується для визначення N-кінцевих амінокислот у білку, вимагаючи повного гідролізу білка;

б) використовується для визначення порядку амінокислотних залишків у білках, починаючи з С-кінцевої амінокислоти;

в) застосовується для ензиматичного визначення N-кінцевої амінокислоти в білках і пептидах;

г) застосовується для визначення С-кінцевої амінокислоти в білках і пептидах.

33. Виберіть парні поєднання ключових слів або фрагментів фраз, позначених буквами А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, та смислових визначень, позначених буквами а, б, в, г, д, е, ж.

А. Альбуміни. Б. Протаміни. В. Глобуліни. Г. Гістони. Д. Проламіни. Е. Протеїноіди. Ж. Глютеліни.

а) добре розчинні у воді;

б) містять не менше 30% основних амінокислот;

в) перетравлюються ферментами шлунково-кишкового тракту;

г) нерозчинні у воді, розчиняються в 70-80% -му спирті;

д) нерозчинні у воді і сольових розчинах помірних концентрацій і осідають при напівнасиченні сульфатом амонію;

е) містять 80-90% аргініну;

ж) відмінною рисою є розчинність тільки в розчинах лугів.

34. Виберіть парні поєднання ключових слів або фрагментів фраз, позначених буквами А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, і смислових визначень, позначених буквами а, б, в, г, д, е, ж.

А. Феритин. Б. Міоглобін. В. Казеїн. Г. Нуклеопротейд.

Д. Протопорфірин.

а) фосфопротейди, у яких фосфорна кислота приєднується до молекули білку складноефірним зв'язком за ОН-групою оксиамінокислот;

б) білок, який містить у своєму складі 20% заліза і є депо останнього в організмі тварин;

в) неодмінний компонент ядерного матеріалу;

г) білок м'язів ссавців, що зв'язує кисень;

д) складова частина простетичної групи гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів.

35. Виберіть парні поєднання ключових слів або фрагментів фраз, позначених буквами А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, і смислових визначень пропозицій, позначених буквами а, б, в, г, д, е, ж.

А. Розчинність білку. Б. Осмотичний тиск білкових розчинів. В. Швидкість седиментації білків.

а) залежить від величини молекулярної маси білків;

б) залежить від величини рН і іонної сили розчину;

в) залежить від числа розчинених молекул.

36. Виберіть, чим визначається харчова цінність білків:

1. Амінокислотним складом.

2. Наявністю заряду білкових молекул.

3. Можливістю розщеплення в шлунково-кишковому тракті.

4. Порядком чергування амінокислот в молекулі білка.

5. Молекулярної масою білків.

37. Підберіть до кожної з амінокислот відповідну властивість радикалу (підберіть до літер відповідні цифри):

1.Тріптофан.

2.Аспарагінова кислота.

3.Цистеїн.

4.Лейцін.

5.Аргінін.

6.Серін.

А-гідрофільні, позитивно заряджені.

Б-гідрофільні, негативно заряджені.

В-гідрофільні, незаряджений.

Г-Гідрофобний.

38. Різні рівні структурної організації білків стабілізовані певними типами зв'язків. Підберіть до кожного пронумерованому типу зв'язку відповідний рівень структури білкової молекули:

1.Ковалентні зв'язки між карбоксильними і аміногрупами радикалів амінокислот.

А-Первинна структура.

2.Зв'язок між α - аміно- і α - карбокси-угрупованнями амінокислот.

Б-Вторинна структура.

3.Зв'язок між радикалами цистеїну.

4.Водородні зв'язки між пептидними угрупованнями.

В-Третинна структура

5.Водородні зв'язки між радикалами амінокислот.

6.Гідрофобні взаємодії радикалів амінокислот.

39. Дан фрагмент пентапептидного ланцюга: **серил-лізіл-лейцил-цистеіл-валін.**

Виберіть амінокислоти, які можуть брати участь в утворенні:

- | | |
|-------------|----------------------------|
| 1. Серін. | |
| 2. Лізин. | А - Водневого зв'язку. |
| 3. Лейцин. | Б - Іонного зв'язку. |
| 4. Цистеїн. | В - Гідрофобної взаємодії. |
| 5. Валін. | |

40. Визначте, як будуть вести себе при електрофорезі в нейтральному середовищі такі амінокислоти:

- | | |
|-----------------|---------------------------------|
| 1. Лізин. | А - Рухається до анода. |
| 2. Триптофан. | Б - Рухається до катода. |
| 3. Аспартат. | В - Залишаться на лінії старту. |
| 4. Глутамат. | |
| 5. Фенілаланін. | |
| 6. Гістидин. | |

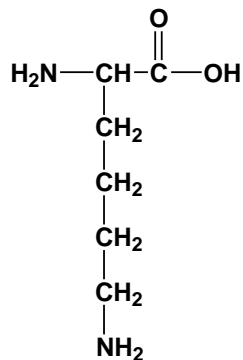
41. Які з перерахованих факторів можуть змінювати конформацію білкової молекули:

- | | |
|---|---|
| А - регулювати біологічну активність білків | 1. Зміна температури від 0 ⁰ до 40 ⁰ С |
| Б - викликати денатурацію білка. | 2. Підвищення температури від 50 ⁰ до 100 ⁰ С |
| | 3. Взаємодія з природними лігандами. |
| | 4. Дія солей важких металів. |
| | 5. Дія солей лужноземельних металів. |

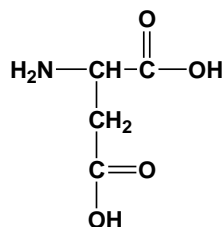
42. Встановіть відповідність.

Підберіть до кожної амінокислоти відповідну назву.

1.



2.



А. Арг

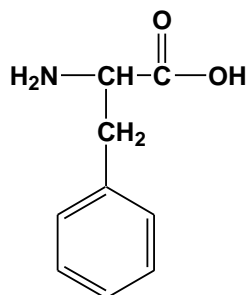
Б. Асп

В. Вал

Г. Ліз

Д. Фен

3.



43. Встановіть відповідність.

Підберіть до кожної амінокислоти відповідну властивість радикалу.

А. Асп

Б. Глу

В. Цис

Г. Арг

Д. Сер

1. Гідрофільний з аніонною групою

2. Гідрофільний з катіонною групою

3. Гідрофобний

44. Виберіть одну правильну відповідь.

Присутність будь-якого білка в розчині можна визначити за допомогою реакції:

- А. Біуретової
- Б. Ксантопротеїнової
- В. Нінгідринової
- Г. З фенілізотіоціанатом
- Д. Фоля

45. Виберіть правильні відповіді.

Кольорові реакції дозволяють судити про:

- А. Присутності білків в біологічних рідинах
- Б. Первинною структурі білків
- В. Присутності деяких амінокислот у білку
- Г. Кількості амінокислот у білку
- Д. Функції білків

46. Виберіть одну правильну відповідь.

Пептид, на С-кінці якого знаходиться амінокислота:

- А. Вал - Іле - Сер - Тре
- Б. Цис - Ала - Про – Тир
- В. Про - Гіс – Глі - Три
- Г. Мет - Глу - Ліз - Фен
- Д. Ілі - Три - Сер - Про

47. Виберіть одну правильну відповідь.

Пептид, на N-кінці якого знаходиться діаміномонокарбоновою кислота:

- А. Тре - Ала - Ліз - Про
- Б. Ліз - Сер - Гіс - Глн
- В. Асн - Вал - Іле - Арг
- Г. Глу - Лей - Тре - Ліз
- Д. Три - Мет - Глі – Глн

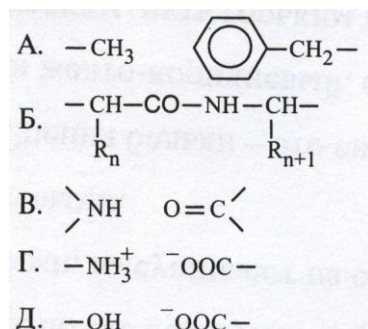
48. Виберіть одну правильну відповідь.

Для кількісного визначення амінокислот в розчині використовують:

- А. Біуретовий метод
- Б. Реакцію Фоля
- В. Ксантопротеїнову реакцію
- Г. Реакцію з нінгідрином
- Д. Реакцію Сакагуті

49. Встановіть відповідність.

Підберіть до пронумерованим типам зв'язків їх графічне зображення:



1. Водневий зв'язок, що бере участь у формуванні вторинної структури.
2. Водневий зв'язок, що бере участь у формуванні третинної структури.
3. Гідрофобна взаємодія.

50. Встановіть відповідність.

- А. Первинна структура.
 - Б. Вторинна структура.
 - В. Третинна структура.
 - Г. Супервторична структура.
 - Д. Конформація.
1. Стабілізується водневими зв'язками між атомами пептидного остова.
 2. В її формуванні беруть участь гідрофобні взаємодії радикалів амінокислот.
 3. Фіксується ковалентними зв'язками між α -аміно- та α -карбоксильними групами амінокислот.

51. Виберіть одну неправильну відповідь.

Водневі зв'язки можуть утворюватися між радикалами амінокислот:

А. Сер, Глн.

Б. Три, Асп.

В. Тре, Ліз.

Г. Глу, Цис.

Д. Асп, Сер.

52. Виберіть одну неправильну відповідь

Гідрофобні зв'язки можуть утворюватися між радикалами амінокислот:

А. Лей, Мет.

Б. Три, Іле.

В. Ала, Тре.

Г. Вал, Фен.

Д. Мет, Про.

53. Виберіть одну неправильну відповідь.

До слабких зв'язків, які беруть участь в утворенні нативних білків, відносяться:

А. Пептидні.

Б. Водневі.

В. Гідрофобні.

Г. Йонні.

Д. Ван-дер-ваальсові взаємодії.

54. Виберіть одну правильну відповідь.

Водневі зв'язки утворюються між радикалами амінокислот:

А. Сер, Асн.

Б. Ала, Вал.

В. Глу, Асп.

Г. Цис, Три.

Д. Асп, Арг.

55. Встановіть відповідність.

1. Амінокислота, що утворює іонну зв'язок з Асп.

2. Амінокислота, що розташовується усередині цитозольного глобулярного білка.

3. Амінокислота, яка не має радикала.

А. Асн. Б. Глі. В. Ала. Г. Глу. Д. Ліз.

56. Виберіть одну неправильну відповідь.

Гідрофобні радикали амінокислот найчастіше розташовуються:

А. Всередині глобулярних цитозольних білків.

Б. У місцях контактів протомерів олігомерних білків.

В. На поверхні цитозольних білків.

Г. На поверхні інтегральних мембранних білків.

Д. В активному центрі білків.

57. Виберіть одну найбільш повну відповідь.

У білках водневі, іонні і гідрофобні зв'язки беруть участь у формуванні:

А. Вторинної структури.

Б. третинної структури.

В. Супервторинної структури.

Г. Первинної структури.

Д. Конформації.

58. Виберіть одне найбільш повне твердження.

У формуванні конформації білка беруть участь переважно зв'язки:

А. Водневі.

Б. Гідрофобні.

В. Іонні.

Г. Слабкі.

Д. Міжрадикальні.

59. Встановіть відповідність.

А. Первинна структура.

- Б. Вторинна структура.
- В. Третинна структура.
- Г. Супервторична структура.
- Д. Четвертина структура.

1. Порядок чергування амінокислот, з'єднаних пептидним зв'язком.

2. Просторова структура, утворена водневими зв'язками, що виникають між атомами пептидного остова.

3. Специфічний порядок чергування вторинних структур.

60. Виберіть правильні відповіді.

Олігомерний білок:

- А. Складається з декількох протомерів.
- Б. Має поліпептидні ланцюги, пов'язані дисульфідними зв'язками.
- В. Містить контактні поверхні протомерів, комплементарні один одному.
- Г. Може пов'язувати тільки один ліганд.
- Д. Формує четвертинну структуру шляхом самосборки.

61. Виберіть правильні відповіді.

Лігандом для білка може бути:

- А. Іон металу.
- Б. простетична група.
- В. Інший білок.
- Г. Органічна небілкова молекула.
- Д. Лікарська речовина.

62. Виберіть одну неправильну відповідь.

Активний центр білку:

- А. Розташований в поглибленні білкової молекули.
- Б. Є фрагментом поліпептидного ланцюга.
- В. Сформовано радикалами амінокислот, що знаходяться на відстані один від одного.
- Г. Має нерівний рельєф.
- Д. Здатний комплементарно пов'язувати специфічні ліганди.

63. Виберіть одне найбільш повне твердження.

Активний центр білку - це ділянка:

- А. Комплементарно взаємодіє з лігандом.
- Б. Знаходиться в поглибленні білкової молекули.
- В. Розташований на поверхні білка і утворений радикалами амінокислот.
- Г. Сформований на рівні третинної структури.
- Д. Знаходиться між двома доменами.

64. Виберіть одне найбільш повне твердження.

Простетична група:

- А. Неорганічна частина білку.
- Б. Органічна частина білку.
- В. Приєднання до білку лікарської речовини.
- Г. Ліганд, що приєднується до білку при функціонуванні.
- Д. Небілкова частина, міцно пов'язана з активним центром білку.

65. Виберіть одну неправильну відповідь.

Гем:

- А. Небілкова частина гемовмісних білків.
- Б. Складається з 4 пірольних кілець.
- В. Оборотно пов'язаний з білковою частиною гемоглобіну.
- Г. Має в складі атом заліза.
- Д. Входить до складу міоглобіну.

66. Виберіть одну неправильну відповідь.

Спорідненість гемоглобіну до кисню зменшується:

- А. У міру приєднання молекул O₂ до протомерів гемоглобіну.
- Б. При збільшенні в крові концентрації CO₂.
- В. В результаті протонування гемоглобіну.
- Г. У міру відщеплення O₂ від протомерів гемоглобіну.
- Д. При приєднанні 2,3-бісфосфогліцерата.

67. Встановіть відповідність.

- | | |
|------------------------|---------------|
| 1. Мономірний білок | А. Міоглобін |
| 2. Гемопротейн | Б. Гемоглобін |
| 3. Аллостеричний білок | В. Обидва |
| 4. Фермент | Д. Жоден |

68. Виберіть одну неправильну відповідь.

Центр зв'язування білкової частини міоглобіну і гемоглобіну з гемом:

- А. Знаходиться в поглибленні між двома α -спіралями.
- Б. Утворений переважно гідрофобними радикалами амінокислот.
- В. Утримує гем за рахунок безлічі водневих і іонних зв'язків.
- Г. Містить 2 функціонально важливих залишку Гіс.
- Д. Знижує спорідненість білків до оксиду вуглецю.

69. Виберіть одну правильну відповідь.

Міоглобін і гемоглобін:

- А. Олігомерні білки.
- Б. Гемопротейни.
- В. Фосфопротейни.
- Г. Взаємодіють з 2,3-бісфосфогліцератом.
- Д. Білки еритроцитів.

70. Виберіть одну правильну відповідь.

Пептид, погано розчинний у воді:

- А. Глу - Цис - Ліз
- Б. Глн - Асп - Фен
- В. Арг - Сер - Про
- Г. Мет - Ала - Лей
- Д. Асн - Ліз - Гіс

71. Виберіть одну правильну відповідь.

Пептид, краще за інших розчинний у воді при рН 7,0:

- А. Асп - Тре - Ліз

Б. Асн - Мет - Фен

В. Про - Сер - Ала

Г. Цис - Глі - Три

Д. Лей - Про - Глн

72. Виберіть одну правильну відповідь.

Для найбільш грубого видалення баластних білків частіше використовують:

А. Електрофорез.

Б. Іонообмінну хроматографію.

В. Висолювання.

Г. Гель-фільтрацію.

Д. Афінну хроматографію.

73. Виберіть одну правильну відповідь.

Найбільш специфічним методом виділення білків є:

А. Гель-фільтрація.

Б. Висолювання.

В. Ультрацентрифугування.

Г. Іонна хроматографія.

Д. Афінна хроматографія.

74. Виберіть одну правильну відповідь.

Для видалення низькомолекулярних речовин з розчину білків використовують метод:

А. Електрофорез.

Б. Афінну хроматографію.

В. Діалізу.

Г. Ультрацентрифугування .

Д. Висолювання.

75. Встановіть відповідність.

- | | |
|---------------------------|---|
| А. Електрофорез. | 1. Метод, заснований на специфічній взаємодії білка з лігандом. |
| Б. Афінна хроматографія. | |
| В. Гель-фільтрація. | |
| Г. Ультрацентрифугування. | 2. Метод, який використовується для очищення білку від солі. |
| Д. Висолювання. | |
| | 3. Метод, заснований на відмінностях в розчинності білків. |

76. Виберіть одну правильну відповідь.

Пептид, ізoeлектрична точка якого знаходиться в кислому середовищі:

- А. Глі - Тре - Ліз
- Б. Глу - Сер - Арг
- В. Мет - Асп - Тир
- Г. Асн - Ліз - Гіс
- Д. Ала - Про – Лей

77. Виберіть правильні відповіді.

Придбані протеїнопатії розвиваються внаслідок:

- А. Зміни первинної структури білку.
- Б. Зміни конформації білків при зміні умов середовища.
- В. Хімічної модифікації білків.
- Г. Зміни кількості білків в органах і тканинах.
- Д. Появи в крові білків, що знаходяться там в нормі в невеликій кількості

78. Які властивості білків обумовлені наявністю в їх структурі карбоксильних і аміногруп?

- 1. гідрофільність і агрегативна нестійкість;
- 2. термолабільність і розчинність;
- 3. здатність до електрофорезу і реакцій осадження;
- 4. амфотерність і здатність до електрофорезу.

79. Для вивчення первинної структури білка застосовується метод:

1. секвенування;
2. рентгеноструктурного аналізу;
3. визначення коефіцієнта поступального тертя;
4. визначення характеристичної в'язкості.

80. Яка особливість кислих білків?

1. переважання дикарбонових амінокислот;
2. рівне співвідношення діаміномонокарбонових і моноамінодикарбонових амінокислот;
3. переважання діаміномонокарбонових кислот;
4. білок складається з моноаміно- і монокарбонових кислот.

81. Білки характеризуються:

1. амфотерними властивостями;
2. відсутністю специфічної молекулярної організації;
3. збереженням структури молекули при кип'ятінні;
4. нездатністю кристалізуватися.

82. Первинна структура білка - це:

1. конфігурація поліпептидного ланцюгу;
2. спосіб укладання поліпептидного ланцюгу в певному об'ємі;
3. порядок чергування амінокислот у поліпептидному ланцюзі;
4. кількісний склад амінокислот в поліпептидному ланцюзі.

83. Вторинна структура - це:

1. альфа-спіраль,
2. бета-складчастість
3. аморфні ділянки;
4. конфігурація поліпептидного ланцюга;
5. утворення протомерів;
6. спосіб взаємодії кількох протомерів в просторі.

84. Третинна структура білку - це найвищий ступінь організації для:

1. олігомерних білків;

2. мономерних білків;

3. доменних білків.

85. Зв'язки, що стабілізують α -спіраль:

1. водневі;

2. гідрофобні;

3. пептидні;

4. іонні.

86. Що таке ліганд?

1. мономер четвертинного білка;

2. частина молекули протомерів, що виконує певну функцію;

3. скупчення гідрофобних амінокислот на поверхні білка;

4. молекула або іон, які зв'язуються з білком.

87. Що таке кластер?

1. сукупність радикалів на поверхні білка, що виконують функцію зв'язування;

2. мономер четвертинного білку;

3. небілкова частина складного білку;

4. частина молекули протомерів, що виконує певну функцію.

88. Домен - це:

1. частина протомерів, що бере участь у функції зв'язування;

2. мономер четвертинного білка;

3. частина протомерів, яка виконує подібні функції в різних білках;

4. небілкова частина складного білка.

89. Четвертична структура - це:

1. просторова укладка протомерів;

2. просторова укладка декількох протомерів;

3. α -спіраль і β -структура;

4. утворення доменів.

90. Нативні властивості олігомерних білків проявляються при формуванні:

1. α -спіралі;

2. четвертичної ступені організації;
3. β -структури;
4. третинної ступені організації.

91. Взаємодія субодиниць в олігомерному білку здійснюється за рахунок:

1. всіх типів слабких зв'язків;
2. тільки ковалентних зв'язків;
3. тільки гідрофобних зв'язків;
4. іонів металів.

92. Нативні властивості мономерних білків проявляються при формуванні:

1. α -спіралі;
2. третинної структури;
3. поліпептидного ланцюга;
4. четвертичної структури;
5. вторинної структури.

93. Швидкість седиментації білка залежить від:

1. числа розчинених молекул;
2. форми молекули білку;
3. іонної сили розчину;
4. величини молекули і її маси.

94. Ізоелектрична точка гемоглобіну дорівнює 6,8. Куди мігрує даний білок в середовищі з $\text{pH} = 3,0$ при електрофорезі?

1. мігрує до катоду;
2. залишається на лінії старту;
3. утворює біполярний іон;
4. мігрує до аноду.

95. Оборотна денатурація білку відбувається при:

1. тривалому нагріванні;
2. дії сильних кислот;
3. короткочасному впливі спирту;
4. додаванні солей важких металів.

96. При денатурації білка відбувається:

1. зміна просторової організації молекули;
2. зв'язування йоногенних груп;
3. збереження конформації білка.

97. Необоротна денатурація відбувається при:

1. висолюванні;
2. впливі спирту;
3. дії сильних кислот;
4. впливі постійного електричного поля.

98. Представниками хромопротеїдів є:

1. цитохроми;
2. каталаза;
3. гемоглобін;
4. міоглобін;
5. хлорофіл;
6. рибофлавін.

99. Який заряд має білок в ІЕТ?

1. позитивний;
2. негативний;
3. нейтральний;
4. будь-який.

100. Як буде мігрувати білок при проведенні електрофорезу в умовах, коли рН розчину має більш лужну значення, ніж ІЕТ?

1. до аноду;
2. до катоду;
3. залишається на місці старту;
4. утворюється біполярний іон.

101. Що є простетичної групою гемоглобіну?

1. чотири піррольних кільця, з'єднаних з залізом;
2. протопорфірин;

3. залізовмісний протопорфірин.

102. Який метод можна застосувати для фракціонування білків?

1. кристалізацію;
2. осідання кислотами і лугами;
3. електрофорез;
4. висолювання.

103. Вкажіть сумарний заряд в нейтральному середовищі для тетрапептида гліцил-аспарагіл-лізіл-гістидін:

1. позитивний;
2. негативний;
3. нейтральний.

104. Вкажіть напрямок руху пептиду ліз-гли-ала-лей в процесі електрофорезу на папері при рН = 7.0:

1. до катода;
2. до анода;
3. залишиться на старті.

105. Який процес супроводжується втратою білком гідрофільних і придбанням гідрофобних властивостей:

1. гідроліз;
2. денатурація;
3. дисоціація;
4. седиментація.

106. Специфічність білків обумовлена:

1. амінокислотним складом, їх чергуванням;
2. вмістом α -спіраль і β -складчастих ділянок;
3. наявністю певних кластерів;
4. наявністю небілкового компонента.

107. Вкажіть амінокислоти, радикали яких мають при рН = 7.0 негативний заряд:

1. лізин;

2. серин;
3. треонін;
4. глютамінова кислота;
5. аргінін;
6. аспарагін.

108. Про що дозволяє судити біуретова реакція:

1. про наявність білків в біологічній рідині;
2. про первинну структуру білка;
3. про наявність амінокислот у білку;
4. про функції білків.

109. З наведених нижче амінокислот виберіть ті, радикали яких можуть брати участь в утворенні водневих зв'язків:

1. аспарагінова кислота;
2. гліцин;
3. глютамінова кислота;
4. серін;
5. валін;
6. лізин;
7. гістидин.

110. Оберіть пари амінокислот, здатні утворювати зв'язки при формуванні третинної структури білка:

1. серін, аланін;
2. аланін, валін;
3. глютамін, аспарагінова кислота;
4. цистеїн, цистеїн;
5. гістидин, аспарагінова кислота;
6. фенілаланін, аргінін;
7. цистеїн, аланін;
8. глютамінова кислота, лізин.

111. Що являють собою контактні поверхні протомеров в олігомерного білку:

1. поверхневі ділянки протомеров, між амінокислотними залишками яких утворюються переважно ковалентні зв'язки;
2. поверхневі ділянки протомеров, комплементарні один одному, в результаті просторового і хімічного відповідності між двома поверхнями утворюється велика кількість слабких зв'язків;
3. поверхневі ділянки протомеров, представлені тільки небілковими групами, за рахунок яких здійснюється контакт взаємодіючих поліпептидних ланцюгів;
4. фрагменти поліпептидних ланцюгів покладених в просторі у вигляді бета-структур.

112. Які з перерахованих нижче взаємодій обумовлені комплементарністю молекул:

1. білки з лігандами;
2. протомери в олігомерного білку;
3. білок з диполями води в розчині;
4. функціонально пов'язані ферменти при формуванні поліферментних комплексів;
5. різні білки в процесі самозборки клітинних органел;
6. радикали амінокислот при формуванні третинної структури білка.

113. Що являє собою центр впізнавання білка лігандом:

1. сукупність радикалів амінокислот, що зближують на рівні третинної структури;
2. фрагмент третинної структури;
3. простетична небілкова група;
4. ділянку білка, комплементарний ліганду.

114. Чим визначається розчинність білка у водному середовищі:

1. іонізацією білкової молекули;
2. гідратацією білкової молекули при розчиненні;

3. формою молекули білка;
4. наявністю в структурі гідрофільних амінокислот;

115. Що відбувається з білком при денатурації:

1. зменшення розчинності;
2. зміна ступеня гідратації;
3. осідання;
4. збереження нативної структури;
5. зміна молекулярної маси;
6. втрата біологічних властивостей.

116. Які з перерахованих нижче факторів можуть викликати денатурацію

білка:

1. температура вище 60 °С;
2. взаємодія з лігандом (субстратом, ефектором-регулятором, кофактором);
3. відщеплення частини поліпептидного ланцюга при дії протеолітичних ферментів;
4. значні зміни рН;
5. зміна модифікації білків (приєднання фосфатної, метильної або ацетильної угруповання до молекули білка);
6. дія солей важких металів;
7. дія солей лужноземельних металів.

РОЗДІЛ 2. БУДОВА ТА ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Одна з основних відмінностей між живим і неживим світом полягає в тому, що постійність неживого ґрунтується на його хімічній незмінності, тоді як стабільність і збереження живого базується на безперервних хімічних змінах, що відбуваються в ньому.

Усі ферменти мають свої особливості функціонування, але можна виділити загальні властивості для всіх них:

- 1) каталізують лише енергетично можливі реакції;
- 2) прискорюють як пряму, так і зворотну реакцію, але не зміщують напрямку хімічної рівноваги;
- 3) у ході реакції не змінюються та не входять до складу кінцевого продукту;
- 4) мають високу специфічність дії (здатність каталізувати перетворення однієї або групи подібних молекул);
- 5) значно більш ефективні, ніж звичайні небіологічні каталізатори – кожна молекула ферменту може виконувати від декількох тисяч до мільйонів «операцій» за секунду та прискорювати реакції у мільйони і мільярди разів;
- 6) діють у відносно м'яких умовах (фізіологічних значеннях рН, температури, нормальному атмосферному тиску);
- 7) вони є каталізаторами, активність яких може бути регульована, тобто збільшена або зменшена.

Будова ферментів

За хімічною природою ферменти – це білки, що проявляють каталітичні властивості, тобто вони прискорюють перебіг різних хімічних процесів, які відбуваються в живому організмі. Ферментам притаманні всі фізико-хімічні властивості білків: висока молекулярна маса, розщеплення до амінокислот під час гідролізу, утворення колоїдоподібних розчинів; вони не стійкі до впливу високих

температур та солей важких металів, проявляють антигенні властивості, піддаються фракціонуванню. Як і білки, ферменти поділяються на прості й складні. Прості, або однокомпонентні, ферменти містять у своєму складі тільки амінокислоти. Наприклад, пепсин, уреаза, РНКаза та інші. Більшість ферментів є двокомпонентними, тобто складаються з білкової і небілкової (простетичної) частин. Їх називають ще голоферментами, а їх складові, відповідно, апоферментами (білкова частина) і простетичною групою, або коферментом (небілкова частина ферменту).

Простетична група міцно і постійно зв'язана з апоферментом. Якщо небілкова частина ферменту зв'язана з апоферментом непостійно, тобто знаходиться в дисоційованому стані й приєднується до апоферменту тільки під час каталітичного процесу, то її називають коферментом, іноді – кофактором.

Кофермент, або коензим, бере участь у перетворенні субстрату, тоді як апофермент вказує на тип реакції. Коферментом можуть виступати різні за природою низькомолекулярні органічні, а також неорганічні речовини (метали), що здатні зв'язуватись із субстратом і видозмінювати його.

За утворення активного центру ферменту, як і за його каталітичну дію, відповідає третинна структура білкової молекули. Отже, при порушенні третинної структури (денатурація) роз'єднуються просторово поєднані амінокислотні залишки і, як наслідок, фермент втрачає активність. У складі активного центру простого ферменту знаходиться приблизно 15 залишків амінокислот. Активний центр утворюють залишки таких амінокислот, як серин, цистеїн, гістидин, тирозин, лізин та деякі інші, що надають ферменту як просторової, так і електричної спорідненості із субстратом. В утворенні тимчасового комплексу між ферментом і субстратом важлива роль належить дисульфідним, іонним, а також слабким зв'язкам (водневі зв'язки, гідрофобна взаємодія).

Активний центр складних (двокомпонентних) ферментів містить у своєму складі як кофермент, так і ту частину апоферменту, що просторово прилягає до нього. Кофермент при цьому може відповідати за утворення зв'язку із субстратом, формування третинної або четвертинної структури апоферменту і каталітичне

перетворення субстрату. Ферменти можуть мати 1, 2, 3 і більше активних центрів, що залежить від кількості протомерів (субодиниць), які входять у його структуру.

Крім активних центрів, у ферментах можуть бути ще так звані алостеричні центри (від грец. асос – інший, другий; стереос – просторовий, структурний). Алостеричні центри служать місцем впливу на фермент різних регуляторних чинників, тому їх ще називають регуляторними центрами, а речовини, що взаємодіють з алостеричним центром, отримали назву ефекторів. Приєднання до алостеричного центру ефектора призводить до певних структурних змін в активному центрі та, як наслідок, пригнічення або підвищення активності ферменту. Ефекторами можуть служити продукти ферментативних реакцій, гормони, медіатори нервової системи, метали. Алостеричних центрів (як і активних) фермент може мати декілька, відповідно до кількості протомерів. Важливо зазначити, що алостеричні й активні центри у ферментах просторово відокремлені, тобто знаходяться один від одного на певній відстані.

Властивості ферментів як каталізаторів

Ферменти мають ряд властивостей, подібних до небіологічних каталізаторів, але одночасно і відрізняються від них. Спільними для всіх видів каталізаторів є:

1. Вони пришвидшують тільки ті реакції, які можливі з точки зору термодинаміки, тобто ті процеси, що йдуть у напрямку термодинамічної рівноваги, але з малою швидкістю.
2. Вони не змінюють напрямку реакції.
3. Каталізатори збільшують швидкість наближення системи до термодинамічної рівноваги, не змінюючи при цьому точки рівноваги.
4. Відносно не змінюються після реакції, тобто вивільняються і знову можуть реагувати з наступними молекулами субстрату.
5. Усі каталізатори діють у відносно малих концентраціях.

Специфічність дії ферментів

Специфічність є характерною рисою, що відрізняє ферменти від усіх інших небіологічних каталізаторів. Так, дрібно розпушені платина, залізо чи нікель

можуть виступати каталізаторами розкладу перекису водню на воду і кисень. Серед ферментів таку дію проявляє в основному каталаза. Таким чином, ферментам притаманна виражена специфічність дії. Кожен фермент діє на певний субстрат або на певну групу близьких за структурою субстратів чи на певний тип зв'язку в молекулі.

Висока специфічність дії ферментів зумовлена конформаційною й електростатичною комплементарністю між молекулами субстрату і ферменту, а також особливістю структури активного центру ферменту, що забезпечує високу спорідненість із субстратом і вибірковість перебігу однієї якоїсь реакції серед багатьох інших, які здійснюються в клітині. В активному центрі є функціональні групи для зв'язування відповідного специфічного субстрату, а також компоненти, що перетворюють субстрат на продукт реакції. Таку властивість називають субстратною специфічністю ферменту. Завдяки специфічності ферменти не тільки пришвидшують перетворення субстратів, але і визначають напрямок метаболічного процесу.

Ферменти можуть проявляти відносну (групову), абсолютну та просторову, або стереоспецифічність.

Залежність швидкості ферментативної реакції від температури

Підвищення температури завжди збільшує швидкість хімічних реакцій, зокрема ферментативних. Сумарна швидкість ферментативної реакції при зміні температури середовища являє собою результуючу від складання двох швидкостей – зростання швидкості у відповідь на підвищення температури і зниження швидкості як функції денатурації білка-ферменту. Сумація цих двох швидкостей для більшості ферментів теплокровних істот дає найбільше значення швидкості при температурі 37-40 С.

Температура, при якій швидкість ферментативної реакції максимальна, називається температурним оптимумом. Треба мати на увазі, що його величина буде залежати і від тривалості дії температури на фермент. Так, фермент може переносити високу температуру протягом короткого часу і в цей період

активність його значно підвищиться. Але тривале перебування ферменту при високій температурі призводить до його денатурації і зниження активності.

Низькі температури також впливають на активність ферментів, але на противагу високим температурам, вони інгібують їх дію, не руйнуючи структури.

Залежність активності ферментів від рН середовища

Значення рН, при якому активність ферменту найвища, називається рН-оптимумом ферменту. Звичайно ферменти найактивніші в межах вузької зони рН, яка для більшості з них знаходиться в межах рН 6-8. Ряд внутрішньоклітинних ферментів найкраще функціонує у нейтральному середовищі. Разом із тим, для ферментів шлунково-кишкового тракту рН-оптимум може знаходитись у зоні від нейтрального до сильно кислого і лужного середовищ. Так, пепсин має оптимум рН 1,5-2,5, трипсин – рН 8,0-9,0. Для виявлення залежності активності ферменту від концентрації водневих іонів експерименти проводять при оптимальній температурі, достатньо високих концентраціях субстрату, але при різних значеннях рН.

Чутливість активності ферментів до зміни рН середовища, очевидно, пов'язана з тим, що фермент, залежно від середовища, може знаходитись в іонізованій або неіонізованій формі, що буде обов'язково відобразитися на третинній структурі білка, зокрема при формуванні активного центру та утворенні фермент-субстратного комплексу. Безумовно, різне значення рН буде по-різному впливати і на стан іонізації кофакторів та субстратів.

Інгібітори ферментів

Подібно до активаторів, інгібуючу дію на ферменти можуть проявляти різні за будовою і за механізмом дії речовини. Вивчення різних інгібіторів відкриває великі можливості для розуміння механізмів дії ферментів. Інгібітори (від лат. інгібіціо – затримка, гальмування) – речовини, що, на відміну від активаторів, послаблюють або цілком призупиняють дію ферментів. Деякі інгібітори ферментів є отрутами для живих організмів (наприклад, ціаніди, сірководень, монооксид вуглецю). Ряд лікарських засобів також має виражені інгібуючі властивості щодо певних ферментних систем. Тому інгібітори широко

застосовують в експериментальній медицині для з'ясування механізму дії лікарських середників.

За механізмом дії інгібітори поділяються на дві групи:

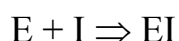
1. Інгібітори, що вступають із ферментами у зворотну реакцію.
2. Інгібітори, що реагують із ферментами незворотно.

Незворотний інгібітор утворює з ферментом міцну сполуку за рахунок ковалентних зв'язків. Ці зв'язки виникають між різними функціональними групами, що поєднуються з активним центром ферменту. Такий комплекс не розпадається і не дисоціює на вихідні речовини, наприклад, ціанідна кислота і її похідні, фосфороорганічні, тіолові отрути та ін.

Деякі незворотні інгібітори руйнують структуру молекули ферменту, тому їх ще називають денатурантами. Вони є неспецифічними інгібіторами для всіх ферментів. Сюди відносяться солі важких металів (свинець, ртуть, срібло). Зворотні інгібітори пригнічують реакцію, але не викликають значних змін у структурі молекули ферменту. Розрізняють три типи зворотного інгібування ферментів: конкурентне, неконкурентне і безконкурентне.

Конкурентні інгібітори здатні зворотно зв'язуватись з активним центром ферменту і конкурувати із субстратом за активний центр. Такі інгібітори часто є структурними аналогами субстрату і тому комплементарні активному центрові ферменту.

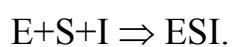
Якщо активний центр ферменту зв'язується з інгібітором, то він не зможе вступати в реакцію із субстратом. При наявності субстрату (S) й інгібітора (I) одночасно відбуваються дві реакції:



Та сполука, концентрація молекул якої більша, буде переважно сполучатися з активним центром і визначати напрямок реакції. Зняти гальмівний вплив інгібітора можна надлишком субстрату, який витіснить інгібітор активних центрів молекул ферменту. Конкурентне інгібування називають ще ізостеричним. Воно викликається речовинами, які за своєю структурою близькі до субстратів.

Прикладом конкурентного гальмування є пригнічення малонатом активності сукцинатдегідрогенази – ферменту, що окиснює сукцинат, який при цьому перетворюється у фумарат.

Неконкурентне інгібування викликається речовинами, які не мають структурної спорідненості (подібності) із субстратом і зв'язуються з каталітичними групами активного центру та ділянками, що розташовані поза активним центром. Таке приєднання інгібітора до ферменту змінює конфігурацію активного центру, що пригнічує його взаємодію із субстратом. У цьому випадку утворюється потрійний комплекс: фермент-субстрат-інгібітор:



Цей комплекс не здатний перетворюватися в продукт, тому реакція зупиняється.

До неконкурентних інгібіторів належить багато різних речовин, наприклад солі важких металів (срібла, ртуті, свинцю, кадмію, міді), сполуки арсенію, фосфороорганічні речовини, алкілувальні речовини, йодацетат, ціаніди, окис вуглецю, сірководень. Конкретні механізми дії кожного з названих інгібіторів будуть різними. Так, в основі інгібуючої дії солей важких металів лежить здатність їх блокувати SH-групи каталітичного центру ферментів; ціаніди міцно з'єднуються з Fe³⁺ каталітичного центру гемінового ферменту цитохромоксидази, що завершує процес біологічного окиснення з утворенням води. Таке інгібування виключає дихальний ланцюг і клітина гине. Йодацетат як інгібітор взаємодіє із SH-групами ферменту, утворюючи з ним ковалентну сполуку, що призводить до виключення ферменту. Окис вуглецю CO є інгібітором переважно тих ферментів, у складі яких є залізо або мідь. Високу інгібуючу активність проявляють так звані фосфороорганічні речовини. Серед них зустрічаються такі, що застосовуються в практичній медицині, сільському господарстві для боротьби із шкідниками, а деякі – як бойові отруйні речовини (табун, зарин). Ці інгібітори утворюють із ферментами комплекси, які не мають каталітичної дії. Фосфороорганічні інгібітори гальмують дію протеаз (трипсину, хімотрипсину), естераз, зокрема ацетилхолінестерази, що каталізує розпад

ацетилхоліну. Як наслідок дії фосфороорганічних інгібіторів буде нагромаджуватись ацетилхолін, що проявляється порушенням функції нервової системи.

Класифікація і номенклатура ферментів

1. Оксидоредуктази – ферменти, які каталізують окисно-відновні реакції.
2. Трансферази – ферменти, які каталізують міжмолекулярне перенесення різних хімічних груп.
3. Гідролази, які каталізують реакції гідролітичного розщеплення внутрішньомолекулярних зв'язків.
4. Ліази, які каталізують реакції негідролітичного розщеплення з утворенням подвійних зв'язків, і навпаки – приєднання груп у місцях подвійних зв'язків.
5. Ізомерази, які каталізують реакції ізомеризації.
6. Лігази (синтетази) – ферменти, які каталізують з'єднання двох молекул із використанням енергії фосфатного зв'язку. Джерелом енергії для таких реакцій служить АТФ або інші нуклеозидтрифосфати.

Класи ферментів діляться на підкласи, а вони – на підпідкласи.

Підклас уточнює дію ферменту, вказуючи на природу субстрату. Ще більше конкретизує дію ферменту підпідклас, що вказує на природу субстрату чи акцептора, який бере участь у реакції. Згідно з класифікацією, для кожного ферменту існує шифр, що містить 4 кодові числа, які розділяють крапками. 1 цифра шифру означає клас, 2 – підклас, 3 – підпідклас, 4 – порядковий номер ферменту у підкласі.

Наприклад, фермент цитохромоксидаза за міжнародною класифікацією має шифр 1.9.3.1, для лактатдегідрогенази шифр представлений цифрами 1.1.1.27.

Оксидоредуктази

Оксидоредуктази – це ферменти, що каталізують окисно-відновні процеси.

Окисненням називається процес віднімання електронів від елемента. Зворотний до окиснення процес називається відновленням.

Але, оскільки окиснення одних речовин супроводжується відновленням інших, то всі ці перетворення об'єднуються під назвою окисно-відновних

процесів. У живих організмах окиснення відбувається за допомогою відняття атомів водню або електронів від субстратів (донаторів). Акцептором атомів водню або електронів можуть бути різні речовини – нікотинамідні коферменти (НАД, НАДФ), флавінові коферменти (ФМН, ФАД), іони металів, кисень, дисульфідні сполуки та ін.

Трансферази

Трансферази каталізують реакції міжмолекулярного переносу хімічних груп і залишків від одного субстрату (донор) до іншого (акцептор). Назва цих ферментів за міжнародною класифікацією будується так: донатор:акцептор – транспортована група – трансфераза. Наприклад, фермент, який каталізує реакцію перенесення фосфорної групи з АТФ на гексозу – гексокіназа, а повна – АТФ:D-гексозо-6-фосфотрансфераза. Трансферази, залежно від виду переносуваних груп, діляться на 8 підкласів (табл.4). Ті, що переносять CH_3 -групи, називаються метилтрансферазами; переносники NH_2 -груп отримали назву амінотрансфераз. Розрізняють ще трансферази, що переносять залишки ацилів – ацилтрансферази; залишки карбоксильних груп – карбокситрансферази. Є також трансферази, що переносять залишки альдегідів, кетонів тощо. Досить поширений підклас ферментів, що переносять залишки фосфорної кислоти на АДФ або від молекули АТФ на субстрат. Такі фосфотрансферази називають ще фосфокіназами.

За поширенням трансферази близькі до оксидоредуктаз. Вони беруть участь у реакціях взаємоперетворень різних речовин, знешкодженні природних та чужорідних сполук. Деякі трансферази використовуються в діагностиці захворювань. Наприклад, АлАТ, АсАТ – для діагностики гострих гепатитів та інфаркту міокарда; креатинкіназа – для виявлення уражень скелетних м'язів.

Гідролази

Гідролази – це ферменти, що каталізують розрив зв'язків у субстратах із приєднанням елементів молекули води. Гідролаз нараховується до 460.

До гідролаз відносять травні ферменти (ліпази, протеази, глікозидази) та багато інших.

Ліази

Ліази каталізують відщеплення від субстрату негідролітичним шляхом якої-небудь групи з утворенням подвійного зв'язку або, навпаки, приєднання групи в місці подвійного зв'язку. Вони каталізують розрив зв'язків C-C, C-N, C-O, C-S. У зв'язку з цим, розрізняють такі підкласи:

– C - C - ліази. До них відносять декарбоксілази. Під впливом декарбоксілаз відбувається декарбоксілювання амінокислот та альфа-кетокислот;

– C – O - ліази називаються ще гідроліазами, а за тривіальною номенклатурою – дегідратазами (гідратазами). Наприклад, карбангідраза (карбонатгідроліаза), яка розщеплює вугільну кислоту на CO₂ і H₂O, а також фумаратгідратаза, під впливом якої відбувається гідратація фумарової кислоти з утворенням яблучної;

– C – N - ліази – це ферменти, які відщеплюють аміак або амідінові групи. Наприклад, аргініносукцинат-ліаза розкладає аргінінбурштинову кислоту на фумарову й аргінін, що має місце під час утворення сечовини;

– альдолази – це ферменти, що каталізують розрив гексозофосфатів на дві тріози. Наприклад, фруктозо-1,6-дифосфат розщеплюється на дві тріози – гліцеральдегід-3-фосфат і діоксіацетонмонофосфат.

Ізомерази

Ізомерази каталізують різноманітні процеси ізомеризації. В їх складі є декілька підкласів:

– рацемази, які каталізують перетворення L-амінокислот на D-амінокислоти;

– епімерази, які каталізують взаємне перетворення цукрів, наприклад, галактози в глюкозу;

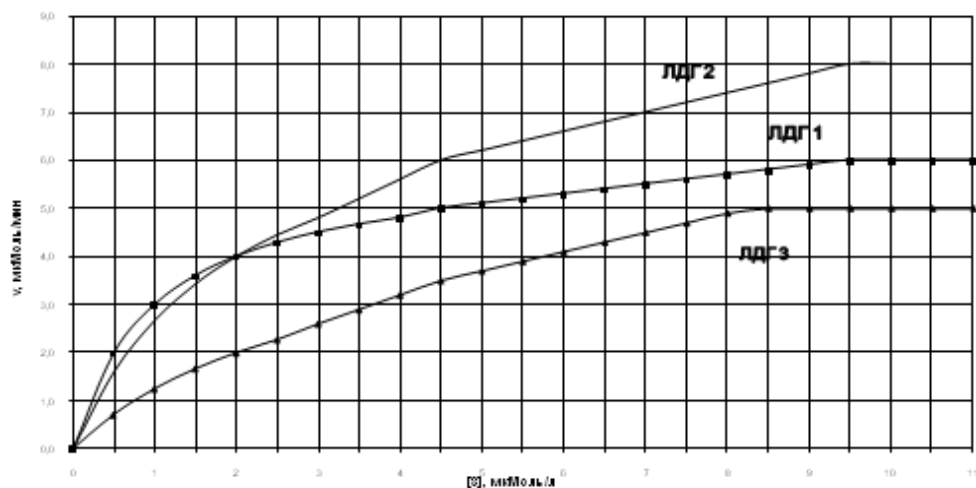
– мутази, які каталізують перенесення хімічних груп з однієї частини молекули в іншу.

Лігази (синтетази)

Лігази каталізують процеси конденсації двох молекул за рахунок енергії АТФ (або ГТФ, УТФ). Ці ферменти призводять до утворення нових зв'язків, звідки і походить назва цього класу ферментів (від лат. лігаре – зв'язувати). Інша назва – синтетази, оскільки вони є каталізаторами біосинтетичних процесів.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. На малюнку зображено графіки залежності швидкості реакції від концентрації лактату для трьох ізоферментів лактатдегідрогенази. Розмістіть ферменти в порядку збільшення спорідненості до субстрату.



2. Оберіть і запишіть послідовність подій (номерів), що відбуваються при алостеричному інгібуванні (наприклад 6-5-1- ...):

1. знижується швидкість реакції;
2. змінюється конформація ферменту;
3. ефектор приєднується до активного центру;
4. змінюється конформація алостеричного центру;
5. порушується комплементарність активного центру субстрату;
6. ефектор приєднується до алостеричного центру;
7. змінюється конформація активного центру.

3. Фермент креатинфосфокіназа, що каталізує перетворення креатинфосфату в креатин, існує в трьох ізоформах, які мають такі значенні K_M :

КК 1 – 0,05 мкмоль/л

КК 2 – 0,1 мкмоль/л

КК 3 – 0,2 мкмоль/л.

Розмістіть ферменти в порядку зменшення спорідненості ферменту до субстрату.

4. Оптимальні умови дії ферменту - $\text{pH} = 7$, $T = 37^{\circ}\text{C}$. При зміні pH до 5,5 активність ферменту помітно знизилася, так як ...

5. Більшість ферментів організму проявляють максимальну активність при $T = 37^{\circ}\text{C}$. При збільшенні температури до 60°C активність ферментів значно знижується, так як ...

6. Фермент в кількості 2 мг за 30с каталізував перетворення 50 мкмоль субстрату. Питома активність цього ферменту склала ...

7. Фермент підшлункової залози трипсиноген (неактивний фермент) має молекулярну масу 56000 Д. В кишковому соку трипсиноген перетворюється в трипсин (активний фермент) з молекулярною масою 45000 Д. Активація ферменту відбувається за рахунок зміни його ..., такий спосіб регулювання називається ...

8. У медичній практиці кількісне визначення активності ферментів в тканинах і біологічних рідинах організму використовується для ...

9. Порівняйте взаємодію ферменту з субстратом і ефектором:

А – субстрат.

1. Зв'язування викликає конформаційні зміни ферменту.

Б – алостеричний ефектор.

2. Зв'язується з регуляторним центром.

3. Завжди є низькомолекулярним з'єднанням.

4. Зазнає структурні зміни в ході каталізу.

10. Порівняйте дію алопуринолу (конкурентний інгібітор) і PbSO_4 (неконкурентний інгібітор) на фермент ксантинооксидазу:

1. Знижують активність ферменту.
2. Конкурують з субстратом за місце в активному центрі.
3. Дія невідворотно.
4. Інгібування усувається надлишком субстрату.
5. Утворює з ферментом ковалентні зв'язки.

А – тільки алопуринол;

Б – тільки PbSO_4 .

11. Визначте, який клас ферментів може каталізувати наступні реакції:

А – оксидоредуктази;

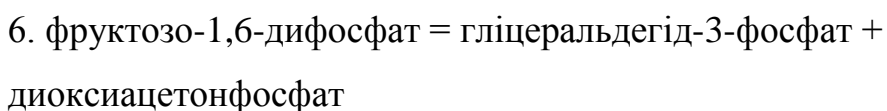
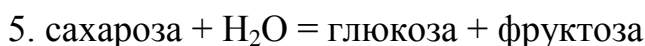
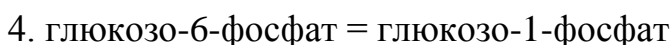
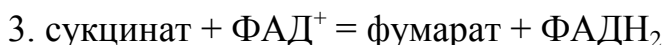
Б – трансферази;

В – гідролази;

Г – ліази;

Д – ізомерази;

Е – лігази.



12. Підберіть до кожного з перерахованих класів ферментів вітаміни, похідні яких можуть бути кофакторами даного класу ферментів:

А – оксидоредуктази;

Б – трансферази;

В – ізомерази;

Г – ліази;

Д – лігази.

1. B_1, B_6

2. B_2, B_3

3. B_5, B_6

4. B_{12}

5. Н, К

13. Порівняйте ферменти з неорганічними каталізаторами:

А – схожість з
неорганічними
каталізаторами;

Б – відмінності від
неорганічних
каталізаторів.

1. Здатні до регуляції активності.
2. Прискорюють тільки термодинамічно можливі реакції.
3. Не витрачаються в ході реакції.
4. Мають високу каталітичну активність.
5. Не зміщують рівновагу хімічної реакції.
6. Діють в м'яких умовах (Т, рН).
7. Мають високу специфічність дії.

14. Оберіть, які дії можуть:

А – активувати фермент.

Б – інгібувати фермент.

1. Приєднання до ферменту залишку фосфорної кислоти.
2. Утворення поліферментного комплексу.
3. Приєднання до ферменту лужноземельного металу.
4. Приєднання до ферменту квазісубстрату.
5. Приєднання до ферменту еффектора.
6. Приєднання до ферменту важкого металу.

15. Визначте, які з перерахованих впливів є:

А – оборотним способом
регуляції.

Б – незворотнім способом
регуляції.

1. Хімічна модифікація.
2. Обмежений протеоліз.
3. Конкурентне інгібування.
4. Алостерична регуляція.

16. Порівняйте конкурентну і неконкурентні види інгібування:

1. Інгібітор приєднується до активного центру.
2. Інгібітор не має структурної схожості з субстратом.

А – конкурентне інгібування;

3. Інгібітор зв'язується частіше поза активним центром ферменту.

Б – неконкурентне інгібування.

4. Інгібітор зв'язується в алостеричному центрі.
5. K_m збільшується, V_{max} не змінюється.
6. K_m не змінюється, V_{max} зменшується.
7. Знімається надлишком субстрату.

17. Проводилося вимірювання активності сукцинатдегідрогенази в оптимальних умовах. Як зміниться активність ферменту, якщо:

А – до інкубаційного середовища додали малонову кислоту.

1. Збільшиться.
2. Зменшиться.

Б – в присутності малонової кислоти збільшили концентрацію сукцината.

3. Спочатку зменшиться, а потім відновиться до початкового значення.
4. Не зміниться.

18. Проводилося вимірювання активності амілази (ферменту, що розщеплює крохмаль) в оптимальних умовах. Як зміниться активність ферменту, якщо:

А – до інкубаційного середовища додали сульфат свинцю.

1. Збільшиться.
2. Зменшиться.

Б – в присутності сульфату свинцю збільшили концентрацію крохмалю.

3. Спочатку зменшиться, а потім відновиться до початкового значення.
4. Не зміниться.

20. Підберіть спосіб регуляції для кожного з перерахованих ферментів:

- А – Аlostерична регуляція. 1. Глікогенсинтаза $-H_2PO_4$ (неактивна) + $H_2O =$ глікогенсинтетаза (активна) + H_3PO_4 .
- Б – Хімічна модифікація. 2. Протеїнкіназа (неактивна) + цАМФ = протеїнкіназа (активна).
- В – Обмежений протеоліз. 3. Пепсиноген + $HCl + H_2O =$ пепсин + поліпептид.
4. 2 Фосфорилази В (неактивна) + 4 АТФ = фосфорилаза А- H_3PO_4 (активна) + 4 АДФ

21. Оптимальні умови дії амілази - ферменту, що розщеплює крохмаль: рН 6,8; $t = 37^\circ C$. Як зміниться активність ферменту в кожному з наступних випадків (\downarrow - зменшиться; \uparrow - збільшиться)? Вкажіть причину зміни активності.

1. рН інкубаційного середовища дорівнює 5.
2. Температура інкубації $70^\circ C$.
3. У інкубаційного середовища доданий розчин $CuSO_4$ ($PbSO_4$).
4. У присутності $CuSO_4$ ($PbSO_4$) в середовищі збільшена концентрація крохмалю.

22. Препарат, що містить 2,0 мг аргінази, за 10 хв при $t = 38^\circ C$ і рН 9,0 каталізував освіту 30 мкмоль сечовини. Розрахуйте питому активність аргінази. Поясніть, як і чому зміниться (\downarrow - зменшиться чи \uparrow - збільшиться) активність фермента, якщо:

- а) інкубаційного середовища підкислити до рН 5,0;
- б) в середу додати гликоциамин ($NH_2(=NH)-C-NH-CH_2-COOH$);
- в) в присутності гликоциаміна збільшити в середовищі концентрацію аргініну.

23. Холінестераза при оптимальних умовах (рН= 8,4 и $t = 37^\circ C$) протягом 15 хв каталізує гідроліз ацетилхоліну з утворенням 100 ммоль холіну і оцтової кислоти. Розрахуйте активність ферменту. Поясніть, як і чому зміниться (\downarrow чи \uparrow) активність ферменту, якщо:

- 1) температуру інкубаційного середовища змінити від 5 до $40^\circ C$;
- 2) в інкубаційне середовище додати прозерин;

3) в присутності прозерина підвищувати концентрацію ацетилхоліну.

24. Фермент тромбін, що утворюється з протромбіну плазми крові, гідролізує пептиди, аміди і складні ефіри L-орнітину. Напишіть структурну формулу етилового ефіру L-орнітіна і рівняння реакції його гідролізу.

25. Оберіть і запишіть послідовність подій (наприклад: 3→2→4...), що відбуваються при алостеричному інгібуванні активності ферменту.

1. Зменшується швидкість ферментативної реакції.
2. Змінюється конформація ферменту.
3. Ефектор приєднується в активному центрі.
4. Змінюється конформація алостеричного центру.
5. Порушується компліментарність активного центру субстрату.
6. Ефектор приєднується в алостеричному центрі.
7. Змінюється конформація активного центру.

26. А. Оберіть основні особливості будови і функціонування алостеричних ферментів.

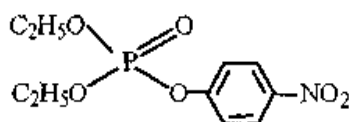
1. Є ключовими ферментами метаболічних шляхів.
2. Мають просторово розділені активний і регуляторний центри.
3. Як правило, є олігомерними білками.
4. Не виявляють регуляторні властивості при дисоціації молекули на протомери.
5. При взаємодії з лігандами відбувається кооперативна зміна субодиниць.

Б. Які з обраних особливостей будови і функціонування алостеричних ферментів підтверджують наступні дані?

Виявлено, що короткочасне витримування більшості алостеричних ферментів при температурі вище кімнатної (50-60°C) призводить до втрати чутливості до дії алостеричних ефектів при збереженні ферментативної активності. Наприклад: аспартаткарбамоїлтрансфераза (молекула складається з 12 протомерів) після витримування протягом 4 хв при 60 ° С втрачала чутливість до інгібітору (ЦТФ) при збереженні ферментативної активності. При цьому відбувалася дисоціація ферменту на окремі протомери.

27. Фермент ацетилхолінестеразою каталізує гідроліз ацетилхоліну - нейромедіатора, що виділяється в синапсах холінергічних нервів. Продукти його розпаду - ацетат і холін - нездатні діяти як нейромедіатори.

Фосфорорганічні сполуки типу діізопропілфторфосфата інгібують фермент, взаємодіючи з ОН-групою серину в активному центрі ферменту. Більшість цих речовин є сильними отрутами. Деякі, наприклад фосфакол, застосовують в якості лікарських засобів.



A. У чому полягає причина зміни конформації молекули ацетилхолінестерази при дії на неї фосфакола?

Б. Як при дії фосфакола змінюється (\uparrow - збільшиться, \downarrow - зменшиться, \leftrightarrow - не зміниться) кількість ацетилхоліну в синаптичній щілині?

28. Встановлено, що аспірин (жарознижувачий засіб) знімає слабкі болі, зменшує запальні процеси і є інгібітором одного з ферментів, які беруть участь в синтезі простагландинів - біологічно активних речовин. У чому полягає причина зміни активності молекул ферменту при дії на неї аспірину?

29. Під впливом лигаз амінокислоти взаємодіють з АТФ з утворенням аміноацїладенїлатов, наприклад:



Напишіть схему цього перетворення, позначивши зазначені речовини у вигляді структурних формул.

30. ДНКаза - фермент, який розщеплює нуклеотидні зв'язки в молекулі ДНК, затримує розмноження ДНК-вірусів (аденовірусів, вірусу герпесу). Встановлено, що в клітині цей фермент і віруси, подібно до деяких макромолекул, потрапляють шляхом піноцитозу і таким чином виявляються ізольованими в піноцитозних бульбашках. Чому цей фермент навіть в дуже великих дозах не пошкоджує молекули ДНК клітини?

31. Амілаза - тканино специфічний фермент підшлункової залози, який бере участь в процесі травлення.

А. Яку реакцію каталізує амілаза?

Б. Яка амілазна активність в сироватці крові і сечі здорової людини?

В. Як можна підтвердити діагноз гострого панкреатиту (запалення підшлункової залози)?

32. 0,05 мг трипсину за 15 хв утворюють 100 мкмоль тирозину при оптимальних умовах інкубації: рН 8,0 і 37 ° С. Розрахуйте питому активність трипсину. Поясніть, як і чому зміниться активність трипсину, якщо:

а) рН інкубаційного середовища знизити до 3,0;

б) температуру інкубаційного середовища підвищити до 78°C;

в) в інкубаційне середовище додати трасилол (поліпептид).

33. 1 мг ферменту сукцинатдегідрогенази за 5 хв каталізує окислення бурштинової кислоти з утворенням 10 мкмоль фумарової при $t = 37^{\circ} \text{C}$ і рН 7,0. Розрахуйте питому активність ферменту в оптимальних умовах. Поясніть, як і чому зміниться активність ферменту, якщо:

а) рН інкубаційної суміші 4,0;

б) до середовища додати малонову кислоту;

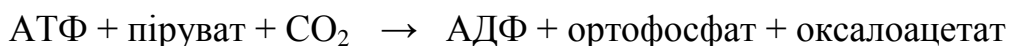
в) в присутності малонової кислоти збільшити концентрацію бурштинової кислоти.

34. 5 мг ферменту лактатдегідрогенази за 30 хв каталізують перетворення пірувату з утворенням 20 мкмоль лактату при $t = 37^{\circ} \text{C}$ і рН 7,4. Розрахуйте, як і чому зміниться активність ферменту, якщо:

а) рН інкубаційної суміші 10,0;

б) знизити концентрацію НАД⁺.

35. Піруваткарбоксилаза каталізує реакцію:



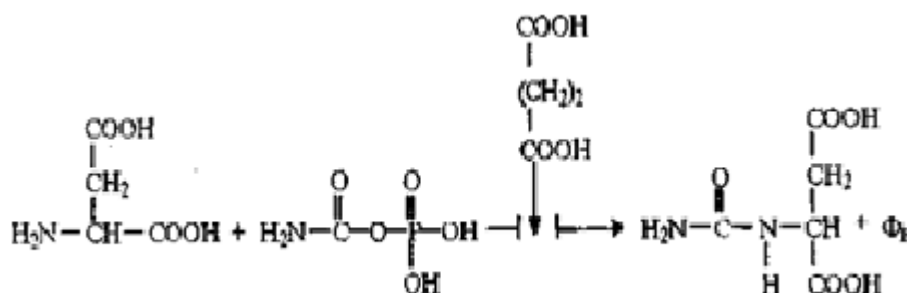
Напишіть рівняння цієї реакції, позначивши написані речовини структурними формулами.

36. Глікогенсинтетазу (фермент, що бере участь в синтезі глікогена в печінці) може знаходитися в двох формах з різною активністю: у вигляді простого білка (активний фермент) і у вигляді фосфопротеїну (неактивний фермент). Поясніть, яким шляхом одна форма переходить в іншу і чому цей перехід супроводжується зміною активності?

37. 5 мг ферменту лактатдегідрогенази за 30 хв каталізують перетворення пірувату з утворенням 20 мкмоль лактату при $t = 37^\circ \text{C}$ і рН 7,4. Розрахуйте, як і чому зміниться активність ферменту, якщо:

- рН інкубаційного суміші 10,0;
- знизити концентрацію НАД⁺.

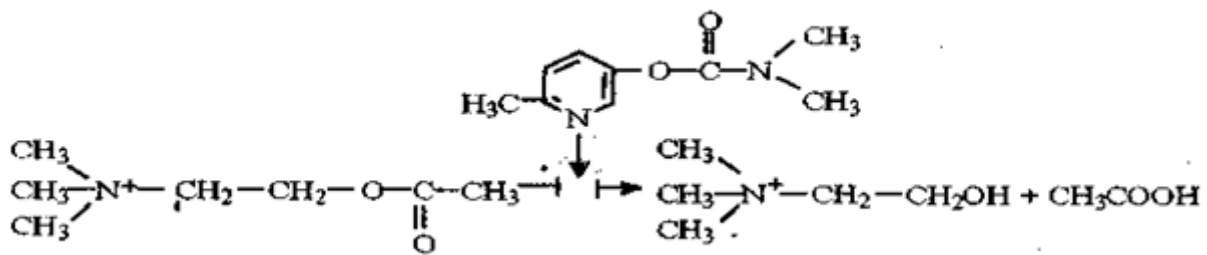
38. Регуляторна реакція в синтезі піримідинових нуклеотидів каталізується аспартаткарбамоїлтрансферазою. Цей фермент інгібується (позначено гальмування реакції знаком —| |—) сукцинатом, що відображає наступна схема:



А. Порівняйте структурні формули інгібітора і субстратів. Чому можна припустити, що інгібітор зв'язується в активному центрі ферменту?

Б. Яким чином можна зменшити інгібуючу дію сукцината на активність ферменту?

39. Фермент ацетилхолінестераза каталізує гідроліз ацетилхоліну - нейромедіатора, що виділяється в синапсах холінергічних нервів. Продукти його розпаду - оцтова кислота і холін - не здатні діяти як нейромедіатори. Гідроліз ацетилхоліну переривається, наприклад, каліміном. Цей лікувальний препарат використовується при рухових порушеннях після травм, паралічів, у відновлювальному періоді після перенесеного поліомієліту, енцефаліту тощо. Інгібування ацетилхолінестерази (гальмування реакції позначено знаком —| |—) каліміном відображає наступна схема:

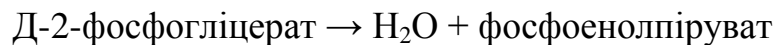


А. Порівняйте структурні формули інгібітора і субстрату. Обґрунтуйте, чому можна припустити, що інгібітор зв'язується в активному центрі ферменту?

Б. Як при дії каліміну зміниться проведення нервового імпульсу? (↑ - збільшиться; ↓ - зменшиться; ↔ - не зміниться).

40. За зміною концентрації, яких речовин можна виміряти швидкість реакцій, що каталізують протеолітичними ферментами? Які кольорові реакції можна використовувати з цією метою?

41. За участю фосфопіруватгідратази здійснюється перетворення:



Напишіть рівняння цієї реакції, представивши зазначені речовини в структурному вигляді.

42. Ліпаза в жировій тканині може перебувати в двох формах з різною активністю: у вигляді простого білку і фосфопротеїну. Поясніть, яким шляхом відбувається перехід однієї форми в іншу і чому цей перехід супроводжується зміною активності.

43. В'язкість гнійного вмісту залежить від концентрації макромолекул в його складі.

А. З чим пов'язано застосування протеолітичних ферментів при обробці гнійних ран?

Б. Поясніть механізм дії дезоксирибонуклеази при лікуванні гнійних бронхітів.

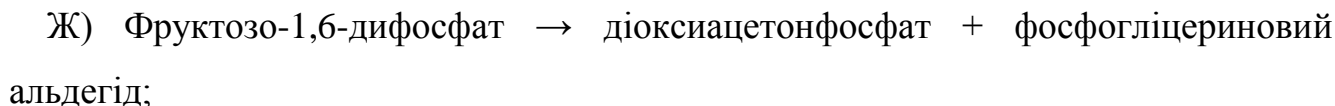
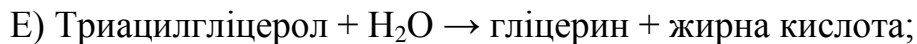
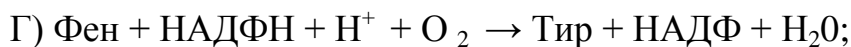
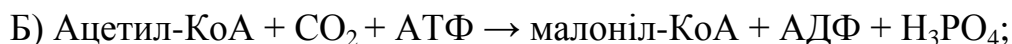
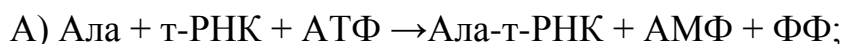
44. Напишіть рівняння реакцій у відповідності зі схемами, позначивши реагуючі речовини у вигляді структурних формул:



45. Фермент триозофосфатізомераза каталізує перетворення L - гліцеральдегід-3-фосфату в діоксиацетонфосфат.

Напишіть схему цього перетворення, позначивши зазначені речовини у вигляді структурних формул.

46. Вкажіть клас ферментів (позначені цифрами 1-6), які каталізують наступні реакції:



1. Оксидоредуктази;

2. Ліази;

3. Трансферази;

4. Ізомерази;

5. Гідролази;

6. Лігази.

47. При зміні оптимальних умов інкубації аргінази - рН 9,5 і t = 37 ° С - на рН 5,0 і t = 70 ° С активність ферменту змінюється. Вкажіть основну причину зміни активності ферменту. Підберіть відповідні пари.

1.Зміна конформації молекули ферменту.

А. Тільки при зміні температури.

2.Зміна ступеня іонізації

В. Тільки при зміні рН.

функціональних груп фермента.

С. При зміні обох умов.

Д. Не відбувається ні при яких змінах.

3. Зміна ступеня іонізації функціональних груп субстрата.
4. Гідроліз пептидних зв'язків.
5. Порушення слабких зв'язків в молекулі ферменту.

48. Підберіть спосіб регуляції (А - D) активності для кожного з перерахованих ферментів.

цАМФ

1. Протеїнкіназа (неакт.) → протеїнкіназа (акт.);
2. Глікогенсинтетаза (неакт.) → H_3PO_4 + глікогенсинтетаза (акт.);

адреналін

3. Аденілатциклаза (неакт.) → аденілатциклаза (акт.);

H_2O

4. Пепсиноген → пепсин + пептид;
5. Фосфорилаза (неакт.) + АТФ → фосфорилаза (акт.) + АДФ;

А. Алостерична регуляція.

В. Регуляція шляхом фосфорилування чи дефосфорилування.

С. Регуляція шляхом асоціації та дисоціації субодиниць.

Д. Частковий протеоліз.

49. Порівняйте дію прозерину і діізопропілфторфосфату (ДФФ) на фермент ацетилхолінестеразу.

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Інгібує ацетилхолінестеразу | А. Тільки прозерин. |
| 2. Конкурує з субстратом за місце в активному центрі | В. Тільки ДФФ. |
| 3. Діє незворотно | С. Обидві речовини. |
| 4. Інгібування усувається надлишком ацетилхоліну | Д. Жодне з цих речовин. |

50. Багато лікарських препаратів, що використовуються для лікування ензимопатій, можуть бути ферментами, субстратами для синтезу коферментів, інгібіторами або активаторами ферментів. Підберіть до пронумерованих препаратів відповідний літерний варіант.

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Хімотрипсин | А. Фермент |
| 2. Гіалуронідаза | Б. Субстрат для синтезу ферментів |
| 3. Піридоксин | В. Активатор фермента |
| 4. Прозерин | Г. Інгібітор фермента |
| 5. Трасилол | |
| 6. Сульфаніламідні препарати | |
| 7. Нікотинова кислота | |

51. Дайте правильну відповідь.

Ферменти, що каталізують внутрішньомолекулярне перенесення груп, називаються:

а) гідроксилазами; б) мутазами; в) кіназами; г) рацемазами; д) оксигеназами.

52. Виберіть правильне твердження:

а) трансферази - ферменти, що прискорюють реакції перенесення атомних груп і молекулярних залишків від однієї сполуки до іншої;

б) кінази - ферменти, що прискорюють реакції перенесення ацильних залишків;

в) ізомеразы - ферменти, що каталізують внутрішньо-молекулярні перетворення (перенесення атомів і груп атомів, зміна їх просторового положення в молекулі і т.п.);

г) мутази - ферменти, що каталізують міжмолекулярну міграцію атомів і атомних груп.

53. Дайте правильну відповідь.

Ацетил-КоА-карбоксилаза є:

а) ліазою

б) гідролазою

в) трансферазою

г) лігазою

д) ізомеразою

54. Які вимоги висувають ферментам, які можна використовувати в цілях ензимодіагностики?

1. Органоспецифічність ферментів.
2. Вихід ферментів в кров при пошкодженні органів.
3. Низька активність або повна відсутність ферментів в сироватці крові в нормі.
4. Висока стабільність ферментів.

Виберіть одну або декілька правильних відповідей

55. Які положення правильно характеризують активний центр ферментів?

1. Це ділянка, безпосередньо взаємодіє з субстратом і бере участь в каталізі.
2. Між активним центром і субстратом є компліментарність.
3. Активний центр становить відносно невелику частину молекули ферменту.
4. В активний центр входять тільки полярні амінокислоти.

56. Назвіть типи зв'язків субстрату з активним центром ферменту.

1. Гідрофобні.
2. Водневі.
3. Йонні.
4. Ковалентні.

57. Що забезпечує конформаційна лабільність структури ферментів?

1. Перетворення субстрату в області активного центру.
2. Специфічність зв'язування субстрату в активному центрі.
3. Вихід продуктів з області активного центру.
4. Кооперативна взаємодія субодиниць в олігомерного білку.

58. Важливою властивістю ферментів, що визначає різноманіття хімічних реакцій в організмі, є їх специфічність. Чим обумовлена субстратна специфічність ферментів? Виберіть одну найбільш повну відповідь.

1. Набором певних функціональних груп в активному центрі.

2. Хімічною відповідністю активного центру субстрату
3. Наявністю коферменту.
4. Просторовою відповідністю активного центру субстрату.
5. Комплементарністю активного центру субстрату.

59. Що характерно для ферментів, що володіють абсолютною специфічністю?

1. Каталізують один тип реакції з декількома подібними субстратами.
2. Мають конформацію активного центру, здатну до невеликих змін.
3. Здатні каталізувати єдину реакцію.
4. З'єднання субстрату з активним центром здійснюється за принципом комплементарності.
5. Радикали амінокислот активного центру здатні взаємодіяти зі стереоізомерами субстрату.

60. Які з наведених нижче тверджень характеризують апофермент?

1. Являє собою комплекс білка і кофактора.
2. Має високу каталітичну активність.
3. Являє собою неорганічний іон або органічну сполуку, що є похідним вітаміну.
4. Володіє низькою активністю, часто взагалі неактивний.

61. В даний час широко застосовуються мікроінкапсульовані ферменти (уреаза, стрептокіназа), тобто пов'язані (імобілізовані) з синтетичними полімерами. Як змінюються властивості ферментів в результаті такої обробки?

1. Запобігає вихід ферментів з капсули.
2. Підвищується стабільність ферменту.
3. Низькомолекулярні субстрати і продукти легко проходять через стінки капсули.
4. Послаблюються антигенні властивості ферментів.

62. Для чого використовується кількісне визначення активності ферментів в тканинах і біологічних рідинах?

1. Для діагностики захворювань, пов'язаних з порушеннями функціонування

ферментів.

2. При приготуванні ферментних препаратів, які використовуються в якості ліків.
3. Для контролю ефективності лікування ряду захворювань.
4. Для оцінки ефективності лікарських препаратів, що діють на ферментні мішені.

63. Виберіть з нижченаведених тверджень правильні:

1. всі реакції декарбоксілювання протікають в організмі за участю пиридоксальфосфата;
2. в реакції декарбоксілювання піровиноградної кислоти бере участь тіамінпірофосфат;
3. перенесення ацильних залишків здійснюється за допомогою коензиму А;
4. все дегідрогенази переносять атоми водню з субстрату на кисень.

64. Що називається активним центром ферменту?

1. ділянка ферменту, що забезпечує приєднання субстрату і його перетворення;
2. місце приєднання апофермента до коферменту;
3. частина молекули ферменту, яка легко відщеплюється від апофермента;
4. місце приєднання алостеричного ефектора.

65. Амінокислоти, що входять в активний центр, розташовуються:

1. в різних ділянках поліпептидного ланцюга;
2. в середині поліпептидного ланцюга;
3. на С-кінці поліпептидного ланцюга;
4. безперервно один за одним в одній ділянці поліпептидного ланцюга.

66. Які зв'язки переважно утворюються між ферментом і субстратом при формуванні субстрат-ензимного комплексу?

1. водородні;
2. пептидні;
3. іонні;
4. дисульфідні.

67. Як називається речовина, з якою взаємодіє фермент?

1. апофермент;
2. кофермент;
3. ізоензим;
4. субстрат;
5. холофермент.

68. З білкової частиною ферменту зв'язується не міцно:

1. простетичної група;
2. кофермент;
3. апофермент;
4. ізофермент.

69. Яка частина ферменту визначає специфічність його дії?

1. апофермент;
2. кофермент;
3. простетична група;
4. профермент.

70. Як називається ділянка ферменту, що забезпечує хімічне перетворення субстрату?

1. адсорбційний центр;
2. регуляторний центр;
3. каталітичний центр.

71. Аlostеричний центр - це ділянка ферменту, до якого приєднується:

1. квазі-субстрат;
2. кофермент;
3. ефектор;
4. субстрат.

72. Сутність теорії Фішера:

1. активний центр і субстрат знаходяться в суворій просторовій відповідності;
2. активний центр просторово формується по субстрату в процесі утворення субстрат-ензимного комплексу;

3. активний центр приєднує групу споріднених субстратів;
4. активний центр може взаємодіяти тільки з одним субстратом.

72. Сутність теорії Кошланда:

1. активний центр і субстрат знаходяться в суворій просторовій відповідності;
2. активний центр просторово формується по субстрату в процесі утворення субстрат-ензимного комплексу;
3. активний центр приєднує групу споріднених субстратів;
4. активний центр може взаємодіяти тільки з одним субстратом.

73. Яка можлива причина обумовлює ефект на фермент іонів лужноземельних металів?

1. сприяють утворенню субстрат-ензимного комплексу;
2. підсилюють дисоціацію субстрат-ензимного комплексу;
3. викликають денатурацію апофермента;
4. змінюють конформацію субстрату.

74. Які зв'язки руйнуються під дією амілази?

1. пептидні;
2. ефірні;
3. гликозидні;
4. водневі.

75. Ферменти, які беруть участь в розриві -С-С-зв'язків без участі води, відносяться до класу:

1. ліаз;
2. лігаз;
3. трансфераз;
4. гідролаз;
5. ізомераз.

76. Який фермент здійснює гідролітичний розпад дисахариду?

1. ліпаза;
2. амілаза;
3. лактаза;

4. пептидаза.

77. До класу оксидоредуктаз належать:

1. цитохромоксидаза;
2. глюкокіназа;
3. каталаза;
4. ендопептидаза.

78. Ензимопатії - захворювання, пов'язані з недостатньою функцією:

1. білків;
2. білків-ферментів;
3. вуглеводів;
4. вуглеводно-білкових комплексів;
5. гормонів.

79. Енергія активації - це:

1. середня кінетична енергія молекул в системі;
2. мінімальна кількість енергії, яку потрібно повідомити системі, щоб перевести 1 моль речовини в реакційноздатний стан;
3. мінімальна енергія реакційноздатних молекул..

80. При зміні концентрації субстрату активність ферменту:

1. не змінюється;
2. активність ферменту постійно підвищується зі збільшенням концентрації субстрату;
3. зі збільшенням концентрації субстрату активність ферменту підвищується до певної межі.

81. Константа Міхаеліса чисельно дорівнює:

1. концентрації субстрату, при якій швидкість реакції складає половину максимальної;
2. концентрації субстрату, при якій швидкість реакції є максимальною;
3. концентрації субстрату, при якій швидкість реакції мінімальна;
4. половині максимальної швидкості реакції.

82. При перетворенні профермента в фермент відбувається:

1. зміна активного центру;
2. стабілізація структури білка;
3. відщеплення частини поліпептидного ланцюга, зміна структури ферменту, формування активного центру;
4. утворення субстрат-ензимного комплексу.

83. У фізіологічних умовах не спостерігається:

1. необоротне інгібування, викликане денатурацією ферменту;
2. конкурентне інгібування;
3. неконкурентне інгібування;
4. ретроінгібування.

84. Ефект позитивної кооперативності олігомірних ферментів - це:

1. ефект посилення початкової дії ферментів;
2. ефект ослаблення первісної дії ферментів;
3. оборотне інгібування;
4. необоротне інгібування.

85. Оборотне інгібування активності ферменту можливо:

1. при вродженому порушенні первинної структури ферменту;
2. при дії солей важких металів;
3. при дії високої температури;
4. при надлишку субстрату.

86. Субстратне інгібування активності ферментів виникає внаслідок:

1. недостатньої концентрації субстрату;
2. оптимальної концентрації субстрату;
3. високої концентрації субстрату.

87. При дії інгібітора, що володіє структурною подібністю з субстратом, спостерігається такий вид інгібування:

1. неконкурентне;
2. конкурентне;
3. алостеричне;

4. неспецифічне.

88. Необоротні інгібітори ферментів:

1. гормони;
2. солі важких металів у високих концентраціях;
3. солі лужноземельних металів;
4. надлишок субстрату.

89. До специфічної регуляції активності ферментів відноситься:

1. вплив температури;
2. вплив рН;
3. вплив гормонів;
4. вплив іонної сили.

90. Механізм дії конкурентних інгібіторів, полягає в тому, що інгібітор:

1. викликають денатурацію ферменту;
2. змінюють просторову конформацію активного центру;
3. блокують активний центр;
4. окислюють сульфгідрильні групи ферменту.

91. Частина молекули ферменту, що забезпечує приєднання до нього негативного ефектора, називається:

1. активний центр;
2. алостеричний центр;
3. каталітична ділянка

92. Інгібування ферменту за типом зворотного зв'язку називається:

1. конкурентним пригніченням;
2. безконкурентним пригніченням;
3. ретроінгібуванням;
4. змішаним пригніченням.

93. Ізоферменти - це:

1. ферменти, що відрізняються за фізико-хімічними властивостями, що каталізують одну і ту ж реакцію;
2. мультимери, що володіють однаковими фізико-хімічними властивостями;

3. ферменти, що каталізують різні хімічні реакції;
4. ферменти, здатні каталізувати кілька хімічних реакцій.

94. Неактивною формою протеолітичних ферментів є:

1. апофермент;
2. профермент;
3. кофермент;
4. ізофермент.

95. Квазі-субстрат приєднується до:

1. активного центру;
2. алостеричному центру;
3. апоферменту;
4. коферменту.

96. Негативний ефектор:

1. впливає на активний центр і прискорює хід реакції;
2. викликає деформацію активного центру ферменту і уповільнює хід реакції;
3. викликає оборотну денатурацію білка-ферменту;
4. викликає необоротну денатурацію ферменту.

97. Позитивний ефектор:

1. змінює конформацію активного центру ферменту і прискорює хід реакції;
2. викликає деформацію активного центру ферменту і уповільнює хід реакції;
3. викликає оборотну денатурацію ферменту.

98. Механізм дії алостеричних інгібіторів полягає в тому, що вони:

1. викликають денатурацію апофермента;
2. блокують активний центр;
3. порушують просторову конфігурацію активного центру ферменту.

99. До модифікації ферменту не відноситься:

1. денатурація апофермента;
2. обмежений протеоліз;
3. приєднання хімічних угруповань;
4. алостеричний ефект.

100. Малонова кислота гальмує активність сукцинатдегідрогенази в результаті:

1. алостеричного інгібування;
2. субстратного інгібування;
3. конкурентного гальмування;
4. ретроінгібування.

101. В основі виявлення ферментів лежить наступна їх властивість:

1. специфічність дії і каталітична активність;
2. термолабільність;
3. залежність від рН середовища;
4. здатність до електрофорезу.

102. До факторів, які впливають на активність ферменту за допомогою зміни ступеня іонізації субстрату і активного центру фермента, відносяться:

1. температура;
2. рН середовища;
3. солі важких металів;
4. солі лужноземельних металів.

103. При дії низької температури з ферментом відбувається:

1. денатурація;
2. необоротна інактивація;
3. оборотна інактивація.

104. Механізм активації проферментів:

1. зміна первинної структури;
2. зміна третинної структури;
3. формування активного центру;
4. приєднання металу.

105. Збільшення активності ферментів при підвищенні температури до 45 С пов'язано з:

1. денатурацією білкової частини ферменту;
2. зміною первинної структури;

3. оборотною зміною третинної структури;
4. зниженням енергії активації.

106. Вкажіть властивості ферментів, обумовлені їх білковою природою:

1. прискорення як прямий, так і зворотної реакції;
2. термолабільність;
3. рН залежність;
4. Не змінність в ході реакції;
5. змінюють активність під дією активаторів і інгібіторів;
6. специфічність.

107. Вкажіть клас ферментів, представники якого вимагають витрат енергії для здійснення каталізу:

1. оксидоредуктаз;
2. трансферази;
3. гідролази;
4. ліази;
5. ізомерази;
6. лігази.

108. Ферменти, що розщеплюють молекулу субстрату на два фрагмента з приєднанням молекули води за місцем розриву, відносяться до класу:

1. лігази;
2. ізомерази;
3. гідролази;
4. ліази;
5. трансферази;
6. оксидоредуктаз.

109. Ферменти, що переміщують групу атомів всередині молекули субстрату, відносяться до класу:

1. трансферази;
2. ліази;
3. лігази;

4. гідролази;
5. ізомерази;
6. оксидоредуктаз.

110. Ферменти, які відщеплюють молекулу води від субстрату з утворенням подвійного зв'язку, відносяться до класу:

1. оксидоредуктази;
2. трансферази;
3. гідролази;
4. ліази;
5. ізомерази;
6. лігази.

111. Ферменти, що транспортують електрони, відносяться до класу:

1. трансферази;
2. оксидоредуктаз;
3. гідролази;
4. лігази;
5. ліази;
6. ізомерази.

112. При конкурентному інгібуванні відбувається:

1. необоротне інгібування;
2. зміна третинної структури ферменту;
3. інгібування продуктами реакції;
4. оборотне інгібування;
5. пригнічення активності, залежне від концентрації інгібітора.

113. Ферменти відрізняються між собою за:

1. первинною структурою;
2. електрофоретичною рухливістю;
3. оптимуму рН;
4. імунологічними особливостям;
5. відношенню до інгібіторів;

6. механізму дії.

114. Біологічне значення вітамінів полягає в тому, що вони:

1. є джерелом енергії;
2. входять до складу гормонів;
3. є структурними компонентами клітин;
4. входять до складу білків сполучної тканини;
5. входять до складу ферментів у вигляді коферментів.

115. Вітаміни-кофактори:

1. зв'язуються з ферментом тільки слабкими зв'язками;
2. зв'язуються з ферментом тільки ковалентно;
3. зв'язуються з активним центром ферменту усіма типами зв'язків;
4. зв'язуються з апоферментом;
5. вбудовуються в активний центр.

116. Центр регуляції- це:

1. місце зв'язування ферменту з субстратом;
2. місце приєднання ефектора;
3. місце приєднання кофактора;
4. частина ферменту, що забезпечує хімічні перетворення субстрату.

117. Хімічне перетворення субстрату забезпечується:

1. алостеричним центром;
2. регуляторним центром;
3. адсорбційним центром;
4. каталітичним центром.

118. Функція активного центру:

1. орієнтація субстрату щодо активного центру;
2. сувора просторова орієнтація ферменту і субстрату;
3. приєднання субстрату;
4. взаємозв'язок з регулятором ферменту;
5. акт каталізу.

119. Яка функціональна група лізину може входити в активний центр?

1. Карбоксильная група.
2. α -аміногрупи.
3. ϵ -аміногрупа.
4. Вуглеводний ланцюг.

120. Яка функціональна група аспарагінової кислоти може входити в активний центр?

1. γ -карбоксильна.
2. α -аміногрупа.
3. α -карбоксильная.
4. α -аміногрупа.

121. В активному центрі розрізняють:

1. контактну ділянку;
2. каталітичну ділянку;
3. регуляторну ділянку;
4. апофермент, що визначає специфічність ферменту.

122. Простетична група ферментів - це:

1. міцно пов'язані з активним центром небілкові компоненти;
2. кофактори, які легко вступають в реакцію і не пов'язані з активним центром ферменту;
3. білкова частина ферменту.

123. Апофермент - це:

1. білкова частина ферменту, що не впливає на хід хімічних реакцій;
2. небілкова частина ферменту;
3. частина ферменту, що забезпечує зв'язування "свого" субстрату;
4. білкова частина ферменту.

124. Коферменти - це:

1. нуклеотиди, які беруть безпосередню участь в хімічній реакції;
2. міцно пов'язані з активним центром з'єднання;
3. похідні вітамінів, які беруть участь в хімічній реакції.

125. Для утворення фермент-субстратного комплексу необхідна:

1. відповідність конфігурацій субстрату і активного центру ферменту;
2. компліментарність контактної ділянки активного центру з кофактором;
3. відповідність апоферменту і коферменту;
4. зміна конфігурації субстрату щодо активного центру.

126. Чи можуть ферменти каталізувати реакції, які термодинамічно неможливі за відсутності ферменту?

1. не можуть;
2. можуть;
3. можуть, якщо ці реакції екзотермічні;
4. можуть, якщо ці реакції ендотермічні.

127. Швидкість ферментативної реакції вимірюють:

1. за кількістю зникаючого субстрату в одиницю часу;
2. зі зміни кількості кофактора ферменту;
3. за кількістю ферменту в пробі;
4. за кількістю продукту, що утворився під дією ферменту в одиницю часу.

128. Виберіть особливості будови і функціонування алостеричних ферментів:

1. є лімітуючими ферментами метаболічних шляхів;
2. є мономерними білками;
3. мають просторово розділений активний і регуляторний центри;
4. при взаємодії з лігандами не виявляють кооперативний ефект;
5. не виявляють регуляторні властивості при дисоціації молекули на протомери.

129. Для зняття дії неконкурентного інгібітору використовують:

1. збільшення концентрації субстрату;
2. реактиватори;
3. комплекси, які містять SH;
4. аналоги субстрату.

130. Ліпаза вжировій тканині може перебувати в двох формах - у вигляді простого білку і фосфопротеїну. Поясніть механізм зміни активності ферменту:

1. алостерична регуляція;
2. кооперативний ефект;
3. хімічна модифікація ферменту;
4. обмежений протеоліз.

131. При алостеричному інгибуванні активності ферментів:

1. зменшується швидкість реакції;
2. змінюється конформація ферменту;
3. ефектор приєднується в активному центрі ферменту;
4. порушується компліментарність активного центру субстрату;
5. ефектор приєднується в алостеричному центрі;
6. змінюється конформація активного центру.

132. Ділянка ферменту, стереохімічно комплементарного субстрату - це:

1. алостеричний центр;
2. регуляторний центр;
3. активний центр;
4. адсорбційний центр.

133. Оптична специфічність - це:

1. здатність ферменту діяти на певні зв'язки в великій кількості субстратів;
2. здатність ферменту впливати на певну ділянку субстрату;
3. здатність ферменту каталізувати перетворення одного ізомеру субстрату;
4. здатність ферменту каталізувати реакції одного типу.

134. Трансферази це:

1. ферменти, що каталізують перенесення груп з субстрату на субстрат;
2. ферменти, що каталізують перенесення одновуглеводних фрагментів;
3. ферменти, що каталізують перенесення груп усередині субстратів;
4. ферменти, що каталізують перенесення альдегідних і кетонних угруповань.

135. До складу активного центру входять:

1. амінокислоти з функціональними угрупованнями;
2. всі амінокислоти;
3. певні амінокислоти, розташовані в поліпептидному ланцюзі далеко один від одного і наближені один до одного;
4. кілька амінокислот, розташованих в поліпептидному ланцюзі безпосередньо один біля одного.

136. До особливостей ферментативного каталізу відносяться:

1. початкова активність при низькій температурі;
2. високі кінетичні параметри;
3. специфічність дії;
4. висока швидкість реакції;
5. різноманітність реакцій при відсутності специфічності.

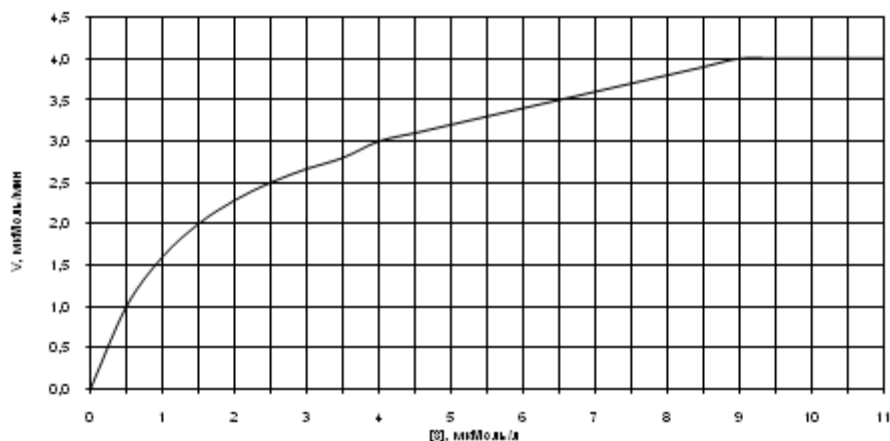
137. Абсолютна специфічність - це:

1. здатність ферменту впливати на певну частину молекули субстрату;
2. здатність ферменту каталізувати тільки одну реакцію;
3. здатність ферменту каталізувати перетворення одного субстрату.

138. Групова специфічність - це:

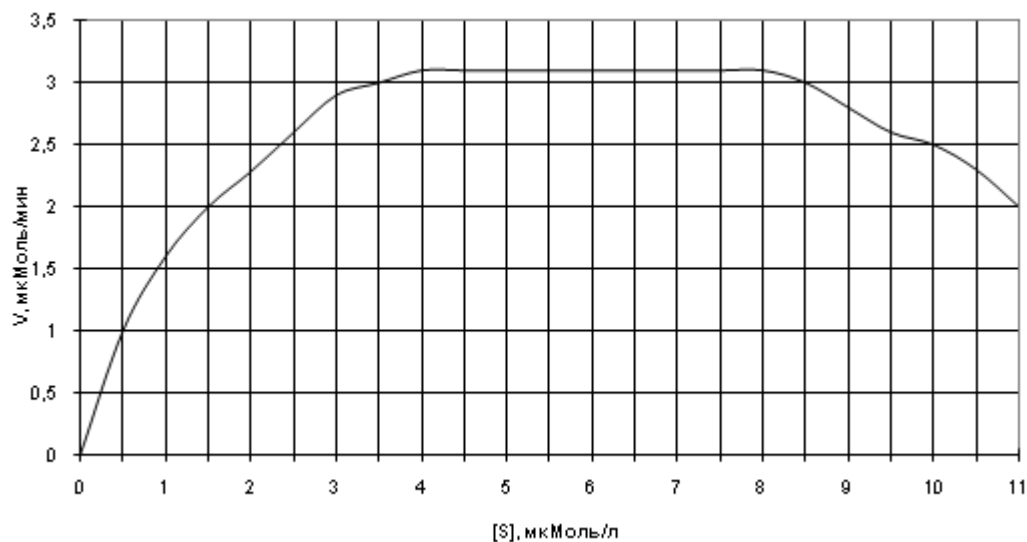
1. здатність ферменту впливати на певну частину молекули субстрату;
2. здатність ферменту каталізувати перетворення одного субстрату;
3. здатність ферменту діяти на певні зв'язки в великому числі субстратів;
4. здатність ферменту каталізувати реакції одного типу.

139. За графіком залежності швидкості реакції від концентрації субстрату визначте K_m цього ферменту:



1. 0,5
2. 1
3. 1,5
4. 2,5
5. 3

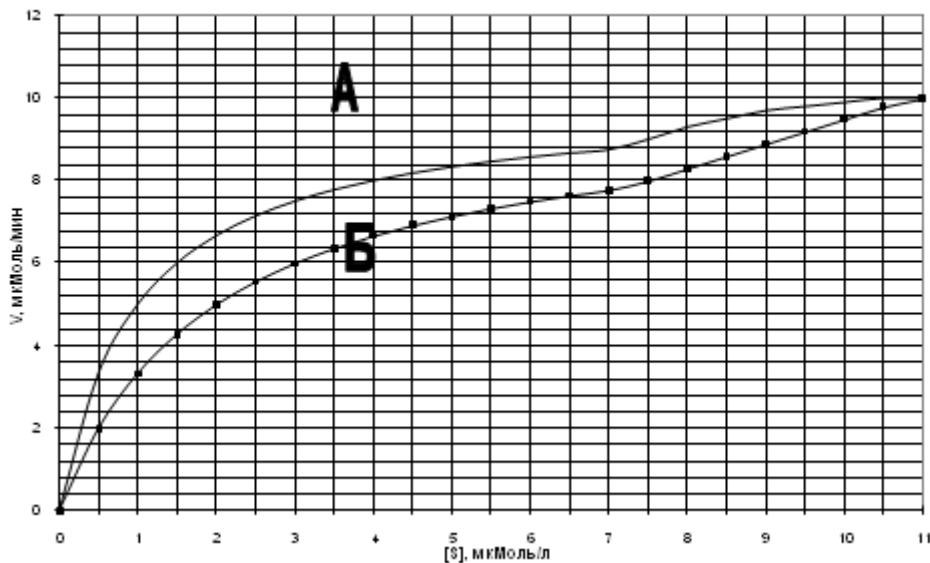
140. На малюнку зображений графік залежності швидкості реакції від концентрації субстрату.



Визначте тип інгібування:

1. Конкурентне.
2. неконкурентне.
3. безконкурентне.
4. Субстратне.

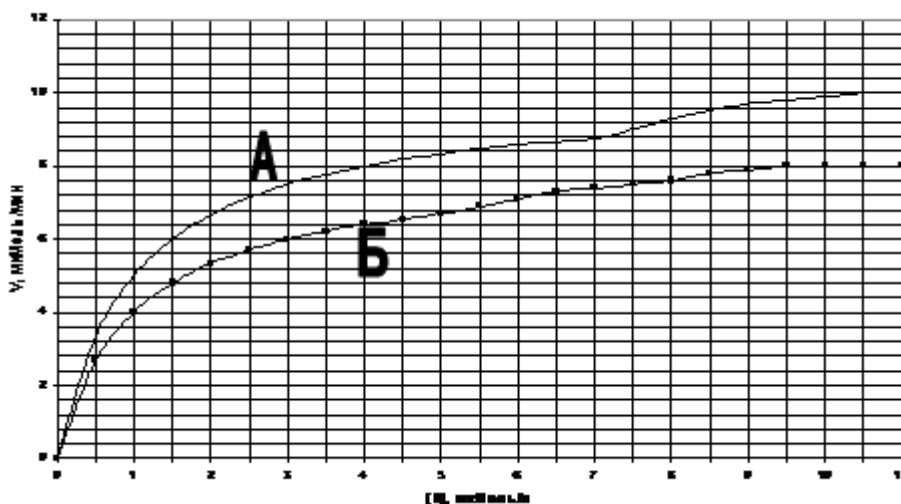
141. На малюнку зображено графіки залежності швидкості реакції від концентрації субстрату. А - без дії інгібітора; Б - з додаванням інгібітору.



Визначте тип інгібування:

1. Конкурентне.
2. неконкурентне.
3. безконкурентне.
4. Субстратне.

142. На малюнку зображено графіки залежності швидкості реакції від концентрації субстрату. А - без дії інгібітора; Б - з додаванням інгібітору.



Визначте тип інгібування:

1. Конкурентне.
2. неконкурентне.
3. безконкурентне.
4. Субстратне.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Біохімія: підручник / за ред. А. Л. Загайка, К. В. Александрової. – Харків : Форт, 2014. – 728 с.
2. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. - Київ-Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. - 508 с.
3. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. – Вінниця : Нова книга, 2004. - 464 с.
4. Николаев А. Я. Биологическая химия : учебник / А. Я. Николаев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : МИА, 2007. - 568 с.

Додаткова

1. Биохимия человека : в 2 т. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. - М. : Мир, 1993. - Т. 1. - 381 с.; Т. 2 - 414 с.
2. Боєчко Л. Ф. Основні біохімічні поняття, визначення та терміни : навч. посіб. / Л. Ф. Боєчко, Л. О. Боєчко. - К. : Вища шк., 1993. - 528 с.
3. Бышевский А. Ш. Биохимия для врача / А. Ш. Бышевский, О. А. Терсенов. – Екатеринбург : Урал. рабочий, 1994. - 384 с.
4. Гонський Я. І. Біохімія людини : підручник / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. - 744 с.
5. Ленинджер А. Основы биохимии : в 3 т. / А. Ленинджер. - М. : Мир, 1985. - 1056 с.
6. Мусил Я. Основы биохимии патологических процессов / Я. Мусил. - М. : Медицина, 1985. – 432 с.