

## ХАРЧОВА ХІМІЯ

### Методичні вказівки для самостійної підготовки та виконання контрольних робіт

*для студентів, що навчаються за напрямом підготовки  
181 «Харчові технології»*



Дніпро  
2019

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	
РЕКОМЕНДОВАНА	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА
ЛІТЕРАТУРА.....	
2.1 Основна література.....	
2.2 Додаткова література.....	
3. ТИПОВІ НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА ПРИКЛАДИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ.....	
3.1 Тема «Білки».....	
3.2 Тема «Вуглеводи».....	
3.3 Тема «Ліпіди».....	
3.4 Тема «Вода».....	
3.5 Тема «Мінеральні речовини, вітаміни».....	
3.6 Тема «Смак та колір харчових продуктів».....	
4. ВКАЗІВКИ ДО ВИБОРУ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ, ОФОРМЛЕННЯ ТА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ.....	
5. ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	
ДОДАТКИ.....	
Додаток 1. Загальні відомості про білки.....	
Додаток 2. Будова та деякі хімічні властивості вуглеводів.....	
Додаток 3. Деякі відомості про ліпіди.....	

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

*Харчова хімія* – наука, яка досліджує склад та будову хімічних сполук, які входять до складу харчових систем; загальні закономірності хімічних процесів харчових продуктів під впливом різних чинників; методів виділення, ідентифікації та дослідження властивостей харчових речовин. Харчова хімія є міждисциплінарною наукою, яка знаходиться на стику, насамперед, хімії, біології, медицини, техніки. Тісно пов'язана з біохімією, фізіологією харчування, ботанікою, зоологією, молекулярною біологією та іншими науками.

В підготовці студентів за напрямом 181 «Харчові технології», дисципліна «Харчова хімія» систематизує отримані студентами знання і навички з фундаментальних хімічних дисциплін (органічна хімія, аналітична хімія, фізична та колоїдна хімія, біохімія), дозволяє усвідомлено перейти до вивчення спеціальних дисциплін.

*Мета* викладання дисципліни «Харчова хімія» полягає в формуванні у студентів сучасних уявлень про хімічний склад харчової сировини, напівфабрикатів та готових продуктів. Вивчення дисципліни здійснюється шляхом засвоєння лекційного матеріалу, виконання лабораторних робіт, самостійного опрацювання інформаційних джерел, виконання індивідуальної роботи. Дані методичні вказівки призначені для самостійної роботи та виконання контрольних робіт насамперед для студентів денної форми навчання, у тому числі прискореної. Методичні вказівки складені згідно з робочою програмою дисципліни «Харчова хімія» та містять **150** вправ і завдань з основних розділів дисципліни. Також надані приклади розв'язання типових завдань і список навчальної літератури. Наприкінці наводяться додатки, які включають деяку корисну інформацію щодо хімічної будови і властивостей основних харчових компонентів: білків, жирів та вуглеводів.

## 2. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Основна література

1. Євлаш В. В. Харчова хімія : Навчальний посібник / В. В. Євлаш, О. І. Торяник, В. О. Коваленко, О. Ф. Аксьонова, Н. О. Отрошко, Т. О. Кузнецова, Л. Ф. Павлоцька, Д. О. Торяник. – Х. : Світ книг, 2012. – 504 с.

### 2.2 Додаткова література

2. Рогов И. А. Химия пищи / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко – М. : Колос С, 2007. – 835с.

3. Нечаев А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова – СПб. : ГИОРД, 2003. – 640 с.

4. Скурихин И. М. Все о пище с точки зрения химика. / И. М. Скурихин, А. П. Нечаев - М. : Высшая школа, 1991. - 287с.

### **3.ТИПОВІ НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА ПРИКЛАДИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ**

Запитання пропорованих контрольних робіт можна поділити на п'ять основних типів:

1. Загальна характеристика речовин, що входять до складу сировини та харчових продуктів;
2. Фізичні, фізико-хімічні та хімічні властивості речовин, що входять до складу харчових продуктів;
3. Методи визначення хімічного складу сировини та харчових продуктів;
4. Визначення фізико-хімічних показників якості харчових продуктів;
5. Ідентифікація та експериментальне визначення компонентів харчових продуктів.

#### **3.1 Тема «Білки»**

Біологічну цінність білка найчастіше визначають хімічними методами. Найширше застосовують метод Х. Мітчела і Р. Блока, за яким амінокислотний склад харчових продуктів порівнюють із амінокислотним складом ідеального білка шляхом визначення амінокислотного скору (АКС).

Скор виражають у відсотках або як безрозмірну величину, що являє собою відношення вмісту незамінної амінокислоти (НАК) у досліджуваному білку до її кількості в еталонному білку. Його обчислюють у відсотках за такою формулою:

$$\text{АКС} = \frac{\text{мгАКв 1 гбілка}}{\text{мгАКв 1 геталона}} 100 \%$$

В одному грамі ідеального білка міститься 8 НАК у кількості, (мг):

- ізолейцин (Ile) – 40;
- лейцин (Leu) – 70;
- лізин (Lys) – 55;
- метіонін (Met) + цистин (Cys) – 35;
- фенілаланін (Phe) + тирозин (Tyr) – 60;
- триптофан (Trp) – 10;
- треонін (Thr) – 40;
- валін (Val) – 50.

В ідеальному білку АКС кожної НАК обирають за 100 %.

Лімітувальною незамінною амінокислотою вважають ту, АКС якої має значення, менше 100 %. Значення скору цієї амінокислоти визначає біологічну цінність і ступінь засвоєння білків.

Для того щоб визначити біологічну цінність будь-якого продукту, відповідно до методу амінокислотного скору необхідно:

- 1) розрахувати загальну кількість білка в запропонованій страві;
- 2) обчислити вміст незамінних амінокислот (мг) у 1г білка продукту;
- 3) послідовно порівняти вміст кожної незамінної амінокислоти білка продукту із даними шкали ФАО/ВООЗ, розрахувати амінокислотні скорі;
- 4) визначити лімітувальну амінокислоту, скор якої менший 100 %.

Інший спосіб з'ясування біологічної цінності білків – обчислення індексу незамінних амінокислот (ІНАК). Даний метод – модифікація методу хімічного скоря, що дозволяє враховувати кількість усіх незамінних кислот.

Індекс визначають за формулою

$$\text{ІНАК} = \sqrt[8]{\frac{\text{Val}_e \text{Ile}_e \text{Leu}_e \text{Lys}_e (\text{Met}+\text{Cys})_e \text{Thr}_e \text{Trp}_e (\text{Phe}+\text{Tyr})_e}{\text{Val}_e \text{Ile}_e \text{Leu}_e \text{Lys}_e (\text{Met}+\text{Cys})_e \text{Thr}_e \text{Trp}_e (\text{Phe}+\text{Tyr})_e}}$$

### Задача № 1

Обчислити головну лімітувальну амінокислоту за умови, що в 1 г досліджуваного білка, (мг):

- лізину – 70;
- глютамінової кислоти – 50;
- триптофану – 10;
- фенілаланіну – 35;
- аланіну – 45;
- лейцину – 15;
- метіоніну — 57;
- ізолейцину – 30;
- тирозину – 12.

#### *Розв'язання*

За вмістом наведених вище НАК визначимо їх АКС:

$$\text{АКС} = \frac{\text{мгАКв 1 гбілка}}{\text{мгАКв 1 геталона}} \cdot 100 \%;$$

$$\text{АКС (Lys)} = 70 \text{ мг/г} : 55 \text{ мг/г} \cdot 100 \% = 127,27 \%;$$

$$\text{АКС (Trp)} = 10 \text{ мг/г} : 10 \text{ мг/г} \cdot 100 \% = 100 \%;$$

$$\text{АКС (Phe)} = 35 \text{ мг/г} : 35 \text{ мг/г} \cdot 100 \% = 100 \%;$$

$$\text{АКС (Leu)} = 15 \text{ мг/г} : 70 \text{ мг/г} \cdot 100 \% = 10,5 \%;$$

$$\text{АКС (Met)} = 57 \text{ мг/г} : 60 \text{ мг/г} \cdot 100 \% = 95 \%;$$

$$\text{АКС (Ile)} = 30 \text{ мг/г} : 40 \text{ мг/г} \cdot 100 \% = 75 \% .$$

**Відповідь:** головна лімітувальна НАК – лейцин, оскільки його АКС найменше (10,5 %). Друга лімітувальна НАК – ізолейцин (75 %). Отже, основною лімітувальною амінокислотою у складі досліджуваного білка є лейцин.

### Задача № 2

Оцінити біологічну цінність сніданку за вмістом у ньому незамінних амінокислот, розрахувати амінокислотний скор незамінних амінокислот,

лімітувальну амінокислоту й індекс незамінних амінокислот, якщо до складу сніданку входять: макаронні вироби вищого сорту – 150 г, масло «Селянське» несолоне – 35 г, філе куряче – 30 г, кефір жирний – 100 г. При розрахунках потрібно урахувати втрати при тепловій обробці.

*Розв'язання*

Довідкові дані стосовно вмісту білка й амінокислот у продуктах, що входять до складу сніданку, наведено нижче (табл. 1, 2).

Таблиця 1

**Вміст білка у продуктах**

Найменування продукту	Маса продукту нетто, г	Білок	
		%	г
Макаронні вироби вищого сорту	150	10,4	16,00
Масло «Селянське» несолоне	35	0,8	0
Філе куряче	30	23,6	10,08
Кефір жирний	100	2,8	28

Таблиця 2

**Вміст незамінних амінокислот у продуктах**

Найменування продукту	Незамінні амінокислоти, мг/100 г продукту									
	Ile	Leu	Lys	Met	Cys	Phe	Tyr	Thr	Trp	Val
Макаронні вироби вищого сорту	435	815	253	155	202	506	253	314	101	476
Філе куряче	1133	1982	2643	448	425	1062	897	1109	378	1298
Масло «Селянське» несолоне	41	76	45	17	10	42	42	47	43	42
Кефір жирний	160	277	240	71	20	141	155	110	43	135

Як приклад наведемо розрахунок амінокислотного сора триптофану.

Вміст триптофану:

1) макарони:

100 г – 101 мг;

150 г –  $x$  мг.

Отже,

$$m_1(\text{Trp}) = 150 \cdot 101 : 100 = 151,5 \text{ мг};$$

2) масло «Селянське» несолоне:

100 г – 43 мг;

35 г –  $x$  мг.

Отже,

$$m_2(\text{Trp}) = 35 \cdot 43 : 100 = 15,05 \text{ мг};$$

3) філе куряче:

100 г – 378 мг;

30 г –  $x$  мг.

Отже,

$$m_3(Trp) = 30 \cdot 378 : 100 = 113,4 \text{ мг};$$

4) кефір:

$$m_4(Trp) = 100 \cdot 43 : 100 = 43 \text{ мг}.$$

Разом:

$$m(Trp) = m_1(Trp) + m_2(Trp) + m_3(Trp) + m_4(Trp);$$

$$m(Trp) = 151,5 + 15,05 + 113,4 + 43 = 322,95 \text{ мг}.$$

Маса білка у сніданку:

1) макарони:

$$m_1(\text{білок}) = 150 \text{ г} \cdot 10,4 \% : 100 \% = 15,6 \text{ г},$$

із урахуванням втрат у результаті теплової обробки:

$$15,6 \text{ г} \cdot 95 \% : 100 \% = 14,82 \text{ г};$$

2) масло:

$$m_2(\text{білок}) = 35 \text{ г} \cdot 0,8 \% : 100 \% = 0,28 \text{ г};$$

3) філе куряче:

$$m_3(\text{білок}) = 30 \text{ г} \cdot 23,6 \% : 100 \% = 7,08 \text{ г},$$

із урахуванням втрат у результаті теплової обробки:

$$7,08 \text{ г} \cdot 92 \% : 100 \% = 6,51 \text{ г};$$

4) кефір:

$$m_4(\text{білок}) = 100 \text{ г} \cdot 2,8 \% : 100 \% = 2,8 \text{ г}.$$

Разом:

$$m(\text{білок}) = m_1(\text{білок}) + m_2(\text{білок}) + m_3(\text{білок}) + m_4(\text{білок}),$$

$$m(\text{білок}) = 14,82 + 0,28 + 6,51 + 2,8 = 24,41 \text{ г}.$$

Вміст триптофану у сніданку становить

$$C_{Trp} = 322,95 \text{ мг} / 24,41 \text{ г білка} = 13,23 \text{ мг} / 1 \text{ г білка}.$$

Співвідношення вмісту триптофану у сніданку стосовно ідеального білка:

$$K = C_{Trp} / C_{Trp} = 13,23 \text{ мг} / 10 \text{ мг} = 1,323;$$

$$AKC = C_{Trp} / C_{Trp} = 13,23 \text{ мг} / 10 \text{ мг} \cdot 100 \% = 132,3 \%$$

Аналогічно здійснюють розрахунки для інших амінокислот. У процесі обчислення припускають, що білок у результаті теплової обробки руйнується, а отже, втрати білка враховують, а втрати АК – ні. Одержані результати заносять у табл. 3.

Таблиця 3

**Кількість амінокислот у продуктах, що входять у сніданок за рецептурою**

НАК	Макарони вищого сорту, 150 г	Філе куряче, 30 г	Масло, 35 г	Кефір жирний, 100 г	Разом	Вміст НАК на 1 г білка	АКС, %	Вміст НАК щодо ідеального білка
Pe	652,5	339,9	14,35	160	1166,8	47,8	119,5	1,20
Leu	1222,5	594,6	26,6	277	2120,7	86,88	124,11	1,24
Lys	379,5	792,9	15,75	240	1428,2	58,5	106,38	1,064
Met	232,5	134,4	5,95	71	897,85	36,78	105,08	1,05

Cys	303	127,5	3,5	20				
Phe	759	318,6	14,7	141	2051,6	84,05	140,08	1,40
Tyr	379,5	269,1	14,7	155				
Thr	471	332,7	16,45	110	930,2	38,11	95,28	0,95
Trp	151,5	113,4	15,05	43	322,95	13,23	132,3	1,32
Val	714	389,4	14,7	135	1253,1	51,34	102,68	1,027

Індекс ІНАК вираховують за формулою

$$\text{ІНАК} = \sqrt[8]{1,20 \cdot 1,24 \cdot 1,064 \cdot 1,05 \cdot 1,40 \cdot 0,95 \cdot 1,32 \cdot 1,027} = 1,147.$$

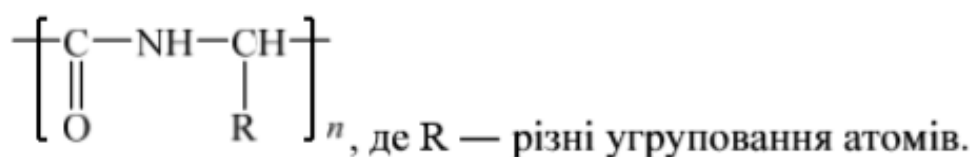
**Відповідь:** лімітувальною амінокислотою є треонін із амінокислотним скором 95,28 %. Індекс незамінних кислот вищий за 1, це свідчить про те, що білок, який надходить із сніданком в організм людини, повноцінний порівняно з ідеальним білком.

### Задача № 3

Написати схему утворення трипептиду з галогенангідридів наступних амінокислот: цистеїну, аланіну і фенілаланіну. Яка кольорова реакція вказує на присутність у цьому пептиді ароматичного угруповання? Написати схему цієї реакції.

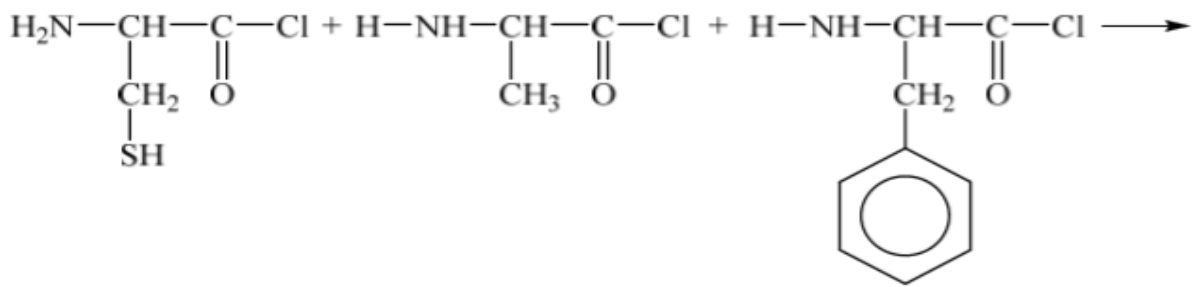
#### Розв'язання

Різні амінокислоти під час одержання білків зв'язуються за рахунок карбоксильної й аміногрупи з утворенням угруповання  $-\text{CO}-\text{NH}-$ , яке називається пептидним зв'язком. Продукт взаємодії двох  $\alpha$ -амінокислот називається дипептидом, трьох — трипептидом, багатьох — поліпептидом. Реакції утворення поліпептидів з  $\alpha$ -амінокислот складають основу синтезу білкових сполук у живих організмах. Загальну формулу поліпептиду можна записати наступним чином:



*1 етап.* Для синтезу білкових сполук використовують галогенангідриди  $\alpha$ -амінокислот. За умовою в реакцію вводимо хлорангідриди вказаних амінокислот:

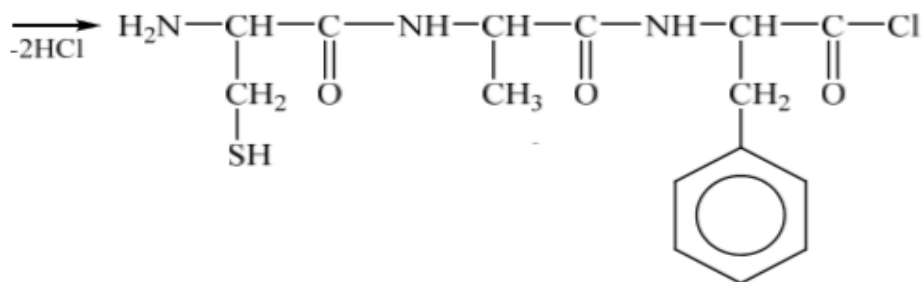




хлорангідрид цистеїну

хлорангідрид аланіну

хлорангідрид фенілаланіну

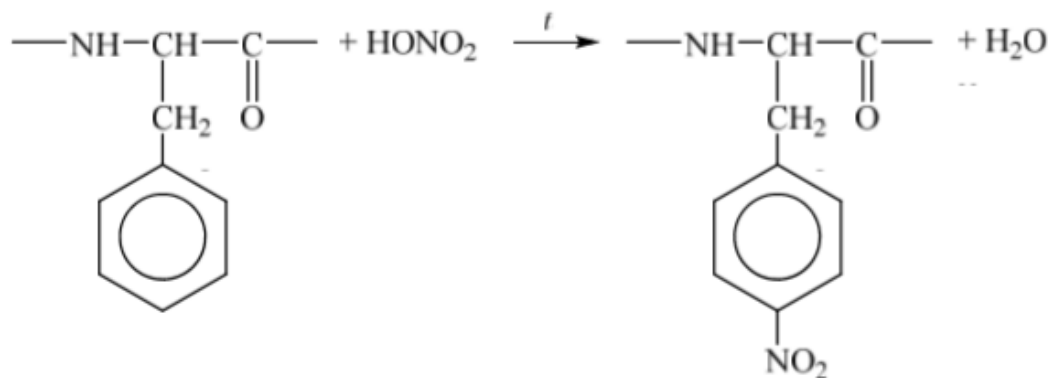


трипептид: цистеїл-аланіл-фенілаланін

Називають пептиди за назвами  $\alpha$ -амінокислот, які входять до їх складу, замінюючи функціональне закінчення -ін на -іл у тривіальних назвах тих амінокислот, які прореагували карбоксильною групою і їх карбоксильні групи утворили пептидний зв'язок. Таким чином, одержаний трипептид називають цистеїл-аланіл-фенілаланін.

2 етап. Однією з якісних реакцій на білки є ксантопротеїнова реакція, яка доводить присутність у білках ароматичних  $\alpha$ -амінокислот. За умов нагрівання такого білка з концентрованою нітратною (азотною) кислотою розчин і осад його забарвлюються на жовтий колір.

**Ксантопротеїнова реакція** — це реакція нітрування ароматичного кільця. Схему реакції з фрагментом пептидного ланцюгу наведено нижче:



### 3.2 Тема «Вуглеводи»

#### Задача № 1.

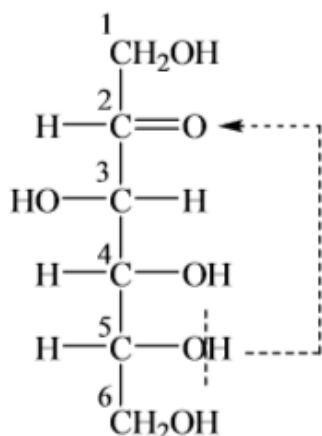
Написати схему взаємодії  $\alpha$ -D-фруктофуранози з 1 моль етилового спирту за присутності гідрогенхлориду.

### Розв'язання

$\alpha$ -D-фруктофураноза — представник кетогексоз загальної формули  $C_6H_{12}O_6$ . Наведена в умові назва D-фруктози свідчить, що вона представлена п'ятичленною (фуранозною) циклічною формою у вигляді  $\alpha$ -таутомеру. Приналежність до D-стереохімічного ряду показує, що конфігурація найбільш віддаленого від карбонільної групи асиметричного атому Карбону така, як і конфігурація D-гліцеринового альдегіду. Тому в проекційній структурній формулі гідроксигрупу розміщують праворуч.

*I етап.* Моносахариди у водних розчинах існують у п'яти таутомерних формах: в оксо- або карбонільній (нециклічній) і чотирьох циклічних напівацетальних формах (два п'ятичленних цикли — фуранозні форми і два шестичленних — піранозні форми).

Спочатку записують оксоформу D-фруктози, використовуючи проекційну формулу Фішера. Карбонільна група утворюється вторинним атомом Карбону, тому D-фруктоза є кетогексозою. Приналежність до D-ряду визначають за конфігурацією п'ятого атому Карбону.

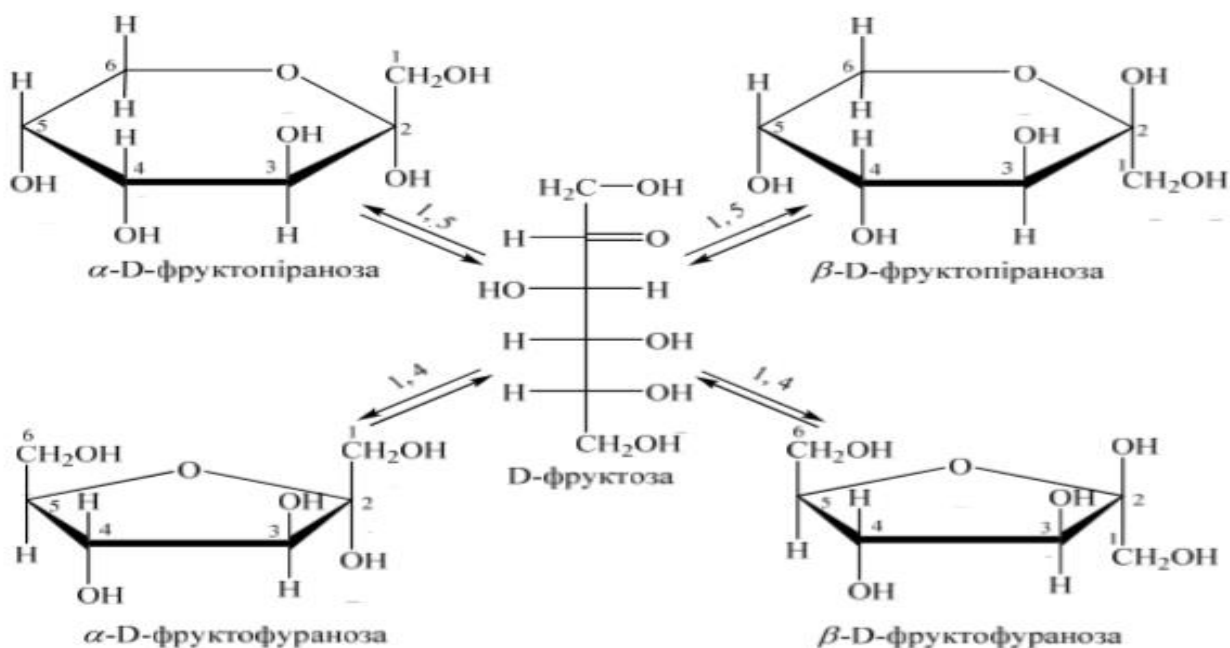


Утворення циклічних форм відбувається за рахунок таких перетворень: атом Гідрогену спиртової гідроксигрупи переходить до карбонільного Оксигену (за місцем розриву подвійного зв'язку), а Оксиген цього гідроксилу зв'язується з другим атомом Карбону. Якщо в перетвореннях бере участь гідроксил біля п'ятого атому Карбону, то утворюється п'ятичленний цикл, а якщо бере участь гідроксил біля шостого атому Карбону — утворюється шестичленний цикл (тобто відбувається 1,5- або 1,4-взаємодія). Другий атом Карбону, який в оксоформі був карбонільним Карбоном, називають напівацетальним атомом Карбону, а зв'язана з ним гідроксигрупа — напівацетальним або глікозидним гідроксилом. Цей атом Карбону в циклі стає асиметричним атомом і тому кожна напівацетальна форма, як піранозна, так і фуранозна, існують у вигляді двох стереоізомерів з протилежним просторовим

розміщенням Гідрогену і гідроксигрупи біля напівацетального Карбону. Форми, в яких гідроксигрупа розміщується з того боку, з якого розташовується гідроксигрупа біля асиметричного атому Карбону, що визначає приналежність моносахариду до D-, L-ряду, відносяться до  $\alpha$ -форм, а ті, у яких вона розміщується з протилежного боку, — до  $\beta$ -форм.

Проекційні формули Фішера відображають будову моносахариду тільки умовно. Більш правильним і точним є спосіб відображення формул за Хеуорсом. Циклічні форми розміщують перспективно — перпендикулярно до площини кільця, згори або знизу розміщують атоми Гідрогену і гідроксигрупи.

Таутомерну рівновагу, яка існує в розчині D-фруктози, використовуючи формули Хеуорса, відображують наступною схемою:



2 етап. Необхідно розрізняти, яка з існуючих у розчині таутомерних форм може вступати в ту або іншу реакцію. Якщо реакція відбувається за карбонільною групою, то реагуватиме розкрита оксоформа (яка має карбонільну групу). У реакціях утворення глікозидів беруть участь гідроксигрупи.

### 3.3 Тема «Ліпіди»

#### Задача № 1.

Розрахувати кислотне число соняшникової олії рафінованої дезодорованої, якщо після розчинення 1,000 г олії у суміші діетилового ефіру й 96% етилового спирту (2:1) на титрування проби у присутності фенолфталеїну було витрачено 0,20 см<sup>3</sup> 0,1000 н. спиртового розчину калій гідроксиду. Зробити висновок про якість олії за цим показником.

**Дано:**

$$m(\text{олії}) = 1,000 \text{ г}$$

$$V(\text{KOH}) = 2,20 \text{ см}^3$$

$$C_n(\text{KOH}) = 0,1000 \text{ моль/см}^3$$

Індикатор — фенолфталеїн

КЧ(соняшникової олії) — ?

#### *Розв'язання*

Кислотне число (КЧ) — кількість мг КОН, необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру. Кислотне число жиру (мг КОН на 1 г жиру) обчислюють за формулою:

$$\text{КЧ} = \frac{5,611 \cdot KV}{m}$$

де К — поправка до титру;

5,611 — титр 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчину КОН, мг/см<sup>3</sup>;

V — об'єм 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчину КОН, витрачений на титрування, см<sup>3</sup>;

m — наважка зразка жиру, г.

1 етап. Розрахуємо кислотне число олії за результатами титрування.

$$\text{КЧ} = \frac{5,611 \cdot 0,2}{1,000} = 1,12 \text{ мг КОН/г.}$$

2 етап. Порівняємо одержане значення кислотного числа з передбаченим для олій за державним стандартом. Згідно ДСТУ 4492:2005 кислотне число свіжої рафінованої дезодорованої соняшникової олії повинно становити не більше 0,25 мг КОН/г, на кінець терміну зберігання — не більше 0,6 мг КОН/г.

**Висновок:** отримане значення кислотного числа становить 1,12 мг КОН/г. Таким чином досліджувана олія за цим показником якості не відповідає нормативним вимогам (ДСТУ 4492:2005).

#### **Завдання № 2.**

Визначити фракції ліпідів соняшникової олії, ідентифіковані методом тонкошарової хроматографії, якщо проявлені плями на хроматографічній пластинці з силікагелю знаходяться на відстані 30 мм і 44 мм від лінії старту, а відстань, пройдена фронтом розчинника гексан:діетиловий етер:оцтова кислота (80:17:3) складає 200 мм. Відповідь обґрунтувати.

#### *Розв'язання*

*Хроматографія* — це фізико-хімічний метод розподілу речовин, який базується на розподілі компонентів між двома фазами — нерухомою та рухомою. Нерухомою (стаціонарною фазою) звичайно служить тверда речовина (її часто називають сорбентом) чи плівка рідини, яка нанесена на тверду речовину. Рухома фаза — це рідина чи газ, який протікає через нерухома фазу.

*Тонкошарова* хроматографія проста за технікою виконання, експресна, не потребує складного обладнання. У методі ТШХ — різні сорбенти (алюміній(III)

оксид, силікагель, целюлоза та інші), нанесені на пластинку тонким шаром. У методі застосовують хроматографічні системи рідина – твердий сорбент та рідина – рідина – твердий сорбент, крім того як рухома фазу використовують різні розчинники чи їх суміші, органічні чи неорганічні кислоти.

Компоненти, які розділяють на пластинці утворюють окремі зони (плями), розташування яких на хроматограмі характеризується величинами  $R_f$  – відносною швидкістю переміщення компонентів у тонкому шарі. Експериментально величину  $R_f$  визначають як відношення відстані  $x$ , яку пройшла речовина, до відстані  $L$ , яку пройшов розчинник від старту до лінії фронту:

$$R_f = \frac{x_1}{L}$$

У ТШХ найчастіше використовують висхідний спосіб одержання хроматограм. Для цього застосовують скляні, металеві чи пластмасові пластинки, які вкриті тонким шаром сорбенту (нерухома фаза) звичайною товщиною 100 – 300 мкм. Досліджувану речовину наносять мікропіпеткою на стартову лінію та поміщають пластинку в камеру, яка містить розчинники (рухома фаза) для розділення компонентів. Хроматографування триває до тих пір, доки розчинник не пройде від лінії старту приблизно 10 см. Після чого хроматограму виймають з камери та підсушують на повітрі. Якщо утворюються безкольорові зони, то їх проявляють. Для визначення компонентів вимірюють величини  $R_f$  для стандартної та визначеної речовин в певному розчиннику. Ідентифікація компонентів цим способом може бути здійснена, якщо проводити хроматографування та визначення  $R_f$  для стандартного та досліджуваного розчинів в одній камері, на одній пластинці. Після проявлення хроматограм визначають  $R_f$  досліджуваного та стандартного розчинів. Порівнюють їх та роблять висновок про наявність у досліджуваному розчині тих чи інших компонентів.

1 етап. Розрахуємо величини  $R_f$  для усіх плям:

$$R_{f1} = \frac{30}{200} = 0,15;$$

$$R_{f2} = \frac{44}{200} = 0,22.$$

2 етап. Порівняємо одержані значення  $R_f$  зі значеннями для стандартного розчину.

Таблиця 3

**Значення відносної швидкості пересування  $R_f$  фракцій ліпідів зразків стандартів і метчика-свідка у системі розчинників гексан:діетиловий етер:оцтова кислота (80:17:3)**

Назва фракції	Стандарт				Метчик-свідок
	Моностеарин	Дистеарин	Тристеарин	Ліноленова кислота	Емульгатор марки МД 40 (МАГ, ДАГ)
Речовини на старті	-	-	-	-	-
МАГ	0,030	-	-	-	0,029
ДАГ	-	0,150	-	-	0,149
	-	0,220	-	-	-
	-	-	-	-	0,380
Жирні кислоти	-	-	0,556	0,554	-
ТАГ	-	-	0,725	-	-

**Висновок:** соняшникова олія містить фракцію ДАГ.

### 3.4 Тема «Вода»

#### Задача № 1.

Визначити твердість води, якщо у 500 л її міститься 810 г  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

#### *Розв'язання*

Оскільки твердість води показує число ммоль еквівалентів солей в 1 л її, розрахуємо твердість води за формулою:

$$T_B = \frac{V_{E \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \cdot 10^3}{V_B} \text{ або } T_B = \frac{m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \cdot 10^3}{M_{E \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \cdot V_B},$$

де  $m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$  - маса  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , г ;

$M_{E \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$  - молярна маса еквівалента  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , г/моль ;

$V_B$  - об'єм води, л ;

$10^3$  - коефіцієнт перерахування г у мг.

Для розрахунку молярної маси еквівалента  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  використовуємо формулу:

$$M_{E \text{ Ca}(\text{HCO}_3)_2} = \frac{M_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}}{2},$$

де  $M_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$  - молярна маса  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , г/моль;  
2 – валентність кальцію.

$$M_{E \text{ Ca}(\text{HCO}_3)_2} = \frac{M_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}}{2} = \frac{162}{2} = 81 \text{ (г/моль)}.$$

Тоді твердість води дорівнює:

$$T_B = \frac{|m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}| \cdot 10^3}{M_{E, \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \cdot V_B} = \frac{810 \cdot 10^3}{81 \cdot 500} = \frac{100}{5} = 20 \left[ \frac{\text{ммоль е}}{\text{л}} \right].$$

Відповідь:  $T_B = 20$  ммоль·е.

### Задача № 2.

Під час визначення загальної твердості води комплексометричним методом на титрування трьох проб води об'ємом 100,00 мл у присутності хромогену чорного спеціального ЕТ-00 було витрачено 9,95; 10,00 та 10,05 мл розчину ЕДТА з титром 0,005420 г/мл відповідно. Розрахувати загальну твердість води, визначити категорію твердості води.

Дано:

$V(\text{H}_2\text{O}) = 100,00$  мл

$T(\text{ЕДТА}) = 0,005420$  г/мл

Індикатор  хромоген чорний  
спеціальний ЕТ-00  
Тв. заг. ?

### Результати

титрування:  $V(\text{ЕДТА}) = 9,95$

мл  $V(\text{ЕДТА}) = 10,05$

мл  $V(\text{ЕДТА}) = 10,00$  мл

### Розв'язання

Твердість (жорсткість) води — сукупність властивостей, зумовлених вмістом у воді катіонів кальцію  $\text{Ca}^{2+}$  і магнію  $\text{Mg}^{2+}$ . Її характеризують молярною концентрацією еквівалентів ( $f_{\text{екв}} = 12$ ) кальцію та магнію і виражають у ммоль/л. Тверда вода є непридатною для проведення технологічних процесів багатьох галузей промисловості. Користування нею досить сильно ускладнює прання білизни, миття волос та інші операції, пов'язані з використанням мила. У твердій воді погано розварюються харчові продукти, зварені в ній овочі несмачні. Дуже погано заварюється чай, його смак втрачається. Під загальною твердістю води розуміють сумарний вміст  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  - катіонів у воді. Катіони  $\text{Ca}^{2+}$  зумовлюють кальцієву твердість води, а катіони  $\text{Mg}^{2+}$  — магнієву твердість води. Категорії твердості води наведені в

таблиці 4.В Україні припустима загальна твердість води, що використовується для господарсько-питного водопостачання, не повинна перевищувати 7,00 ммоль/л (згідно з ДСТУ ISO 6059-2003).

Таблиця 4

**Категорії твердості (жорсткості) води**

№	Категорії твердості (жорсткості) води	Загальна твердість води, ммоль/л
1	Дуже м'яка	Тв. заг. < 1,5
2	М'яка	1,5 < Тв. заг. < 4
3	Середньої твердості	4 < Тв. заг. < 8
4	Тверда	8 < Тв. заг. < 12
5	Дуже тверда	Тв. заг. > 12

Визначення загальної твердості води проводять комплексонометричним методом. Проби води в амонійному буфері титрують розчином ЕДТАу присутності хромогену чорного ЕТ-00. В основі визначення лежать реакції:



Загальну твердість води розраховують за формулою:

$$\text{Тв. заг.} = \frac{C(\text{ЕДТА}) \cdot V(\text{ЕДТА})}{V(\text{H}_2\text{O})} \cdot 1000,$$

де  $C(\text{ЕДТА})$  — молярна концентрація розчину ЕДТА, моль/л;

$V(\text{H}_2\text{O})$  — об'єм аліквоти води, взятий для аналізу, мл;

$V(\text{ЕДТА})$  — середній об'єм робочого розчину ЕДТА, витрачений на титрування, мл.

1 етап. Розрахуємо середній об'єм робочого розчину ЕДТА, витрачений на титрування:

$$V(\text{ЕДТА}) = \frac{V_1(\text{ЕДТА}) + V_2(\text{ЕДТА}) + V_3(\text{ЕДТА})}{3},$$

$$V(\text{ЕДТА}) = \frac{9,95 + 10,00 + 10,05}{3} = 10,00 \text{ мл.}$$

2 етап. Розрахуємо молярну концентрацію розчину ЕДТА.

Відомо, що титр розчину ЕДТА становить 0,005420 г/мл. Зв'язок між титром і молярною концентрацією виражається рівнянням:

$$T = \frac{C}{1000} \cdot M,$$

де  $C$  — молярна концентрація розчину, моль/л;

$M$  — молярна маса речовини, г/моль.

Звідки молярна концентрація розчину дорівнює:



$$C = \frac{T \cdot 1000}{M},$$

$$C(\text{ЕДТА}) = \frac{0,005420 \cdot 1000}{373,24} = 0,0145 \text{ моль/л.}$$

3 етап. Розрахуємо загальну жорсткість води за формулою:

$$T_{\text{в. заг.}} = \frac{0,0145 \cdot 10,00}{100,00} \cdot 1000 = 1,45 \text{ ммоль/л.}$$

4 етап. Визначимо категорію досліджуваної води.

Оскільки за результатами розрахунків загальна жорсткість води дорівнює 1,45 ммоль/л, даний зразок води відноситься до категорії дуже м'яка. **Відповідь:** 1,45 ммоль/л.

### 3.5 Тема: «Мінеральні речовини, вітаміни»

#### Завдання № 1.

Для визначення аскорбінової кислоти в свіжій листовій петрушці було взято наважку сировини масою 7 г. Приготовано екстракт об'ємом 100 см<sup>3</sup>, на титрування 1 см<sup>3</sup> якого пішло 0,65 см<sup>3</sup> розчину натрій 2,6-дихлорфеноліндофеноляту (ДХФІФ). Під час визначення титру розчину натрій 2,6-дихлорфеноліндофеноляту на титрування 1 см<sup>3</sup> стандартного розчину аскорбінової кислоти (0,1 г/дм<sup>3</sup>) було витрачено 0,99 см<sup>3</sup> титранту. Розрахувати вміст аскорбінової кислоти (АК) в петрушці (мг/100 г).

Дано:

$$V(\text{екстракту}) = 100 \text{ см}^3$$

$$V(\text{проби}) = 1 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{АК}} = 1 \text{ см}^3$$

$$T_{\text{АК}} = 0,1 \text{ г/дм}^3 = 0,1 \text{ см}^3 \text{ мг/см}^3$$

**Результати**

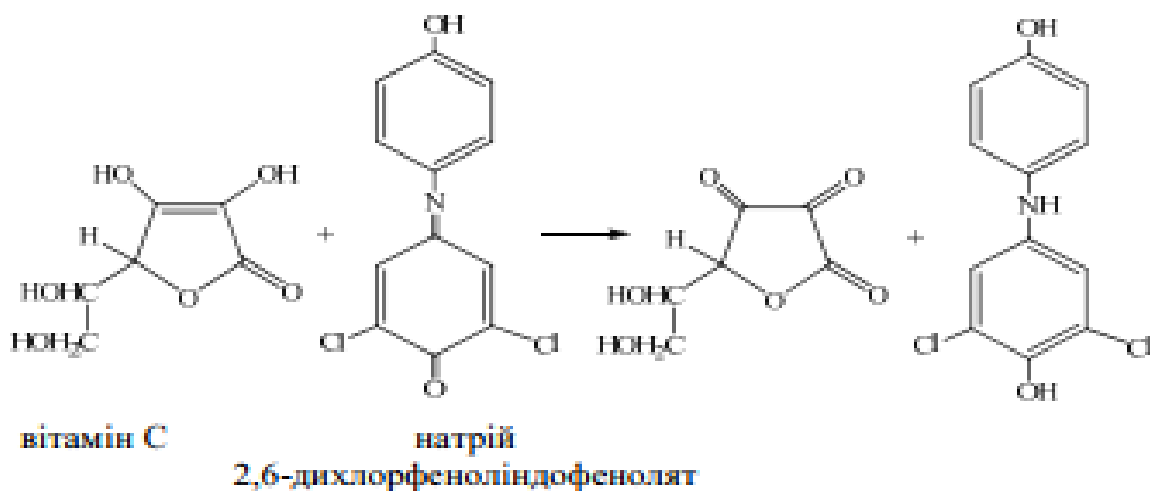
$$\text{титрування: } V_1(\text{ДХФІФ}) = 0,65$$

$$X(\text{АК}) - ?$$

$$V_2(\text{ДХФІФ}) = 0,99 \text{ см}^3$$

*Розв'язання*

Титрометричне визначення вітаміну С ґрунтується на редуруючих властивостях L-аскорбінової кислоти. В якості титранта використовується специфічний реактив — натрій 2,6-дихлорфеноліндофенолят (ДХФІФ). У точці еквівалентності безбарвне забарвлення розчину, що титрується, набуває рожевого забарвлення внаслідок накопичення окисненої форми ДХФІФ:



ДХФІФ є нестійким реактивом, тому точну концентрацію розчину (титр) визначають у процесі титрування стандартного розчину L-аскорбінової кислоти.

1 етап. Розрахуємо титр розчину ДХФІФ.

Титр розчину, у мг вітаміну С, еквівалентних 1 см<sup>3</sup> розчину ДХФІФ, обчислюють за формулою:

$$T = \frac{K \cdot V_{AK}}{V_{ДХФІФ}}$$

де  $K$  – кількість аскорбінової кислоти в 1 см<sup>3</sup> стандартного розчину, мг;

$V_{AK}$  – аліквота стандартного розчину аскорбінової кислоти, см<sup>3</sup>;

$V_{ДХФІФ}$  – об'єм розчину ДХФІФ, який витратили на титрування, см<sup>3</sup>.

Стандартний розчин аскорбінової кислоти згідно умовам задачі містить 0,1 г/дм<sup>3</sup> або 0,1 мг/см<sup>3</sup>. Таким чином титр розчину ДХФІФ дорівнює:

$$T_{ДХФІФ} = \frac{0,1 \cdot 1,0}{0,99} = 0,1010 \text{ мг/см}^3.$$

2 етап. Розрахуємо кількість аскорбінової кислоти в петрушці.

Згідно закону еквівалентів вміст аскорбінової кислоти в розчині, що титрується дорівнює:

$$X_1 = \frac{T \cdot V}{V_1},$$

де  $V$  – об'єм розчину ДХФІФ, що пішов на титрування, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – аліквота розчину екстракту, см<sup>3</sup>.

Щоб розрахувати кількість аскорбінової кислоти на 100 г сировині треба взяти до уваги загальну кількість екстракту та наважку сировини, таким чином перша формула переходить в другу формулу:

$$X = \frac{T \cdot V \cdot V_{\text{заг}} \cdot 100}{V_1 \cdot m}$$

де  $V_{\text{заг}}$  – загальний об'єм екстракту,  $\text{см}^3$ ;

$m$  – наважка досліджуваного зразка, г.

Таким чином, вміст аскорбінової кислоти в досліджуваному зразку петрушки складає:

$$X_{\text{ак}} = \frac{0,1010 \cdot 0,65 \cdot 100 \cdot 100}{1,0 \cdot 7} = 93,79 \text{ мг/100 г.}$$

**Відповідь:** 93,79 мг/100 г.

## Завдання № 2.

Для визначення вітаміну А в яловичій печінці було взято наважку 3,5 г. Після омилення зразку, екстракції вітаміну А хлороформом і відгонки розчинника отриманий сухий залишок було розчинено в  $100 \text{ см}^3$  абсолютного етилового спирту. Оптична густина ( $A$ ) цього розчину, визначена на спектрофотометрі за довжини хвилі ( $\lambda$ ) 326 нм (товщина поглинаючого шару – 1 см), дорівнює 0,456. Розрахувати вміст вітаміну А в печінці (мг/100 г), якщо молярний коефіцієнт поглинання ( $\epsilon$ ) спиртового розчину ретинолу дорівнює  $52400 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  за довжини хвилі 326 нм.

Дано:

$$\lambda = 326 \text{ нм}$$

$$A = 0,4561 = 1 \text{ см}$$

$$\epsilon = 52400 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$$

$$X(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) - ?$$

*Розв'язання*

Спектрофотометрія відноситься до оптичних методів аналізу. В основі цього методу аналізу лежить вимірювання світлопоглинання молекулами або іонами досліджуваної речовини. Поглинання випромінювання розчином підкоряється закону Бугера-Ламберта-Бера:

$$A = \epsilon \cdot C \cdot l$$

де  $A$  – оптична густина розчину;

$C$  – концентрація розчиненої речовини,  $\text{моль/дм}^3$ ;

$l$  – товщина поглинаючого шару розчину, см;

$\epsilon$  - молярний коефіцієнт поглинання, який чисельно дорівнює оптичній густині розчину з молярною концентрацією 1 моль/дм<sup>3</sup> при товщині шару поглинаючого розчину 1 см.

1 етап. Розрахуємо концентрацію вітаміну А в досліджуваному розчині. Відповідно закону Бугера-Ламберта-Бера концентрація дорівнює:

$$C = \frac{A}{\epsilon \cdot l},$$
$$C(C_{20}H_{30}O) = \frac{0,456}{52400 \cdot 1} = 8,7 \cdot 10^{-6} \text{ моль/дм}^3.$$

2 етап. Розрахуємо вміст (мг) вітаміну А в досліджуваному розчині. Для цього скористаємось формулою для розрахунку молярної концентрації розчину:

$$C = \frac{\nu}{V} = \frac{m}{M \cdot V},$$

де  $m$  – маса розчиненої речовини, г;

$M$  – молярна маса розчиненої речовини, г/моль;

$V$  – об'єм розчину, дм<sup>3</sup>.

Звідки маса розчиненої речовини дорівнює:

$$m = C \cdot M \cdot V.$$

Розрахуємо молярну масу вітаміну А:

$$M(C_{20}H_{30}O) = 12 \cdot 20 + 1 \cdot 30 + 16 \cdot 1 = 286,4 \text{ г/моль}.$$

Таким чином, вміст вітаміну А в досліджуваному розчині дорівнює:

$$m(C_{20}H_{30}O) = 8,7 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1 \cdot 286,4 = 2,49 \cdot 10^{-4} \text{ г} = 0,249 \text{ мг}.$$

3 етап. Розрахуємо вміст вітаміну А в 100 г досліджуваної яловичої печінки. У 3,5 г яловичої печінки міститься 0,249 мг  $C_{20}H_{30}O$ . У 100 г яловичої печінки –  $X(C_{20}H_{30}O)$ .

Звідки  $X(C_{20}H_{30}O) = 100 \cdot 0,249 / 3,5 = 7,1$  мг/100 г.

**Відповідь:** 7,1 мг/100 г.

### **3.6 Тема «Смак та колір харчових продуктів»**

#### **Задача № 1.**

При визначенні змісту повареної солі у зразку сиру методом іонообмінної хроматографії була взята наважка масою 2,005 г. Наважку висушили до постійної маси, обвуглили і розчинили в гарячій дистильованій воді. Після

пропускання отриманого екстракту через колонку з катіонитом КУ2 в Н-формі отримали елюент, який відтитрували розчином NaOH з молярною концентрацією еквівалента 0,1007 моль/дм<sup>3</sup>. На титрування пішло 12,0 см<sup>3</sup> розчину NaOH. Розрахувати масову частку NaCl (%) в досліджуваному сири.

**Дано**

$$m(\text{сиру}) = 2,005 \text{ г}$$

$$V(\text{NaOH}) = 12,0 \text{ см}^3$$

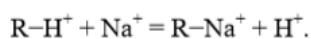
$$C_{\text{н}}(\text{NaOH}) = 0,1007 \text{ моль/дм}^3$$

$$W(\text{NaCl}) - ?$$

**Розв'язання**

Всі сири містять поварену сіль (хлорид натрію) від 1% до 7% і інші мінеральні речовини. Від вмісту солі в сири залежать його смак, колір, запах і консистенція, тому визначення повареної солі в молочних продуктах є відповідальною операцією технохімічного контролю.

Основою аналітичного визначення вмісту NaCl методом іонообмінної хроматографії є обмінна реакція, що відбувається при пропусканні досліджуваного розчину, що містить Na<sup>+</sup>-іони, через катіоніт у H<sup>+</sup>-формі:



У результаті іонообмінної реакції розчин, що витікає з іонообмінної колонки (елюент), містить іони H<sup>+</sup>, кількість яких еквівалентна кількості іонів Na<sup>+</sup>. Концентрацію іонів H<sup>+</sup> в елюенті визначають методом кислотно-основного титрування, у присутності метилового оранжевого.

1 етап. Розрахуємо кількість речовини NaCl за результатами титрування, яка згідно закону еквівалентів дорівнює кількості речовини NaOH:

$$\nu(\text{NaCl}) = C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot 10^{-3}$$

$$\nu(\text{NaCl}) = 0,1007 \cdot 12,0 \cdot 10^{-3} = 1,2084 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

2 етап. Розрахуємо масу NaCl в досліджуваній наважці:

$$m(\text{NaCl}) = \nu(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl})$$

$$m(\text{NaCl}) = 1,2084 \cdot 10^{-3} \cdot (23 + 35,5) = 4,2898 \cdot 10^{-2} \text{ г}$$

3 етап. Розрахуємо масову долю (%) NaCl в досліджуваному сири, яка дорівнює масі NaCl в 100 г сиру: У 2,005 г сиру міститься  $4,2898 \cdot 10^{-2}$  г NaCl. У 100 г сиру – X г NaCl.

$$X = \frac{4,2898 \cdot 10^{-2} \cdot 100}{2,005} = 2,140\%$$

**Відповідь:** W=2,140%.

**Завдання № 2.**

Чому дорівнює кислотність молока, якщо на нейтралізацію аліквоти його об'ємом 5 см<sup>3</sup> було витрачено 0,80 см<sup>3</sup> 0,1000 н. NaOH? Зробіть висновок щодо свіжості досліджуваного зразка молока.

**Дано**

$$V(\text{молока}) = 5 \text{ см}^3$$

$$V(\text{NaOH}) = 0,80 \text{ см}^3$$

$$C_n(\text{NaOH}) = 0,1000 \text{ моль/л}$$

Кислотність молока – ?

*Розв'язання*

*Кислотність* – показник свіжості молока, один з основних критеріїв оцінки його якості. Титрована кислотність виражається в градусах Тернера (°Т). Титрована кислотність показує кількість кубічних сантиметрів 0,1 н. розчину лугу, що пішли на нейтралізацію 100 см<sup>3</sup> молока в присутності індикатора фенолфталеїну. Момент закінчення титрування — це поява слабо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хвилини. Титрована кислотність свіжого молока = 16÷18°Т, допустиме значення для нормального молока 15,99÷20,99°Т.

Кислотність молока розраховують за формулою:

$$X = \frac{V(\text{NaOH}) \cdot 100}{V(\text{молока})},$$

де  $V$  – об'єм розчину NaOH, витрачений на титрування, см<sup>3</sup>;

$V(\text{молока})$  – об'єм молока, взятий на аналіз, см<sup>3</sup>;

1 етап. Розрахуємо кислотність молока:

$$X = \frac{0,8 \cdot 100}{5} = 16 \text{ °Т.}$$

2 етап. Порівняємо одержане значення кислотності молока з передбаченим за державним стандартом. Згідно ДСТУ 3662-97 «Молоко та молочні продукти. Вимоги при закупівлі» кислотність молока вищого гатунку повинна становити 16–17°Т, першого гатунку – менше 19°Т, другого гатунку – менше 20 °Т. **Висновок:** отримане значення кислотності молока становить 16°Т. Таким чином досліджуване молоко відноситься до вищого гатунку і є свіжим.

#### **4. ВКАЗІВКИ ДО ВИБОРУ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ, ОФОРМЛЕННЯ ТА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**

Навчальним планом підготовки бакалаврів напряму «Харчові технології» передбачається виконання контрольної роботи з дисципліни «Харчова хімія». Контрольна робота складається з 10 запитань з усього курсу.

##### **Оформлення контрольних робіт**

1. На першій сторінці зошита в таблиці необхідно вказати номери завдань, які слід виконувати.
2. Робота повинна бути написана розбірливо, акуратно, грамотно. Формули необхідно писати чітко. Загальний обсяг відповідей на всі завдання контрольної роботи не повинен бути більший, ніж 8–10 аркушів зошита.
3. Формулювання кожного завдання слід дослівно записати, після чого оформлювати відповідь.
4. На кожній сторінці необхідно залишати поля.
5. У кінці роботи необхідно навести перелік використаної навчальної літератури, дату виконання роботи та підпис.
6. Не дозволяється переносити формули органічних сполук з одного рядка на інший.
7. Усі схеми реакцій необхідно писати із зазначенням умов реакції (температури, тиску, каталізатору та ін.).
8. Слова необхідно писати повністю, уникаючи скорочень.
9. Під формулами органічних сполук необхідно писати їх назви.
10. Під час розв'язання задач обов'язково слід записувати вихідні дані, хімічні реакції, що перебігають, основні розрахункові формули, результати розрахунків, відповідь.

Контрольна робота, яку виконано за самовільно або неправильно вибраним варіантом, а також оформлену з порушенням вимог, не зараховується. Після перевірки роботи студент повинен виправити помилки, беручи до уваги всі зауваження викладача. Робота над помилками проводиться в тому ж зошиті письмово. Після цього студент повинен захистити контрольну роботу на співбесіді з викладачем, який перевіряв роботу. Зараховані (після захисту) індивідуальні контрольні роботи повинні бути представлені під час заліку або екзамену.

##### **Номери індивідуальних завдань контрольної роботи**

1	21	41	61	81	101	121	141	161	181
291	301	311	321	331	341	351	361	371	381
2	22	42	62	82	102	122	142	162	182
292	302	312	322	332	342	352	362	372	382

3 293	23 303	43 313	63 323	83 333	103 343	123 353	143 363	163 373	183 383
4 294	24 304	44 314	64 324	84 334	104 344	124 354	144 364	164 374	184 384
5 295	25 305	45 315	65 325	85 335	105 345	125 355	145 365	165 375	185 385
6 296	26 306	46 316	66 326	86 336	106 346	126 356	146 366	166 376	186 386
7 297	27 307	47 317	67 327	87 337	107 347	127 357	147 367	167 377	187 387
8 298	28 308	48 318	68 328	88 338	108 348	128 358	148 368	168 378	188 388
9 299	29 309	49 319	59 329	89 339	109 349	129 359	149 369	169 379	189 389
10 300	30 310	50 320	70 330	90 340	110 350	130 360	150 370	170 380	190 390
11 391	31 401	51 321	71 331	91 429	111 439	131 449	151 459	171 469	191 479
12 392	32 402	52 411	72 420	92 430	112 440	132 450	152 460	172 470	192 480
13 393	33 403	53 412	73 421	93 431	113 441	133 451	153 461	173 471	193 481
14 394	34 404	54 413	74 422	94 432	114 442	134 452	154 462	174 472	194 402
15 395	35 405	55 414	75 423	95 433	115 443	135 453	155 463	175 473	195 403
16 396	36 406	56 415	76 424	96 434	116 444	136 454	156 464	176 474	196 404
17 397	37 407	57 416	77 425	97 435	117 445	137 455	157 465	177 475	197 405
18 398	38 408	58 417	78 426	98 436	118 446	138 456	158 466	178 476	198 406
19 399	39 409	59 418	79 427	99 437	119 447	139 457	159 467	179 477	199 401
20 400	40 410	60 419	80 428	100 438	120 448	140 458	160 468	180 478	200 407
21	41	61	81	101	121	141	161	181	201
22	31	52	73	94	115	136	157	178	199
23	32	53	74	95	116	137	158	179	200
24	33	54	75	96	117	138	159	180	201
25	35	55	76	97	118	139	160	181	202
26	36	56	77	98	119	140	161	182	203
27	37	57	78	99	120	141	162	183	204
28	38	58	79	100	121	142	163	184	205



29	39	59	80	101	122	143	164	185	206
30	40	60	81	102	123	144	165	186	207
31	41	61	82	103	124	145	166	187	208
32	42	62	83	104	125	146	167	188	209
33	43	63	84	105	126	147	168	189	210
34	44	64	85	106	127	148	169	190	211
35	45	65	86	107	128	149	170	191	212

## 5. ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Опишіть білки харчової сировини. Охарактеризуйте їх харчову та біологічну цінність. Поясніть, від чого залежить біологічна цінність білків.

2. Назвіть фізико-хімічні властивості білків (цвітер-іон, природа білкової молекули, розчинність білків, денатурація).

3. Напишіть функціональні властивості білків (розчинність і гідратація, емульгування і гелеутворення). Поясніть, на яких властивостях білків засновано технологічний процес приготування заливних страв.

4. Охарактеризуйте властивості білкових суспензій (обмежений ступінь набухання, водо- та жирозв'язувальні, адгезійні властивості). Перелічіть страви (кулінарні вироби), у яких використовують здатність білків до набухання. Опишіть хімізм процесу набухання білків.

5. Напишіть формули замінних, умовно замінних та незамінних амінокислот. Назвіть повноцінні й неповноцінні білки, напишіть структурні формули. Назвіть продукти, у яких вони містяться. Охарактеризуйте значення незамінних амінокислот у харчуванні людини.

6. Опишіть структурне й функціональне значення гідрофобних, кислих, основних і сульфгідрильних груп у білках.

7. Охарактеризуйте піноутворювальні й гелеутворювальні властивості білків, їх значення в харчових технологіях.

8. Охарактеризуйте властивість білків, застосовану в технологічному процесі приготування заливних страв. Наведіть приклади страв.

9. Перелічіть білки, які виконують імунні функції в організмі людини. Наведіть приклади.

10. Опишіть амінокислоти як структурні одиниці білків. Наведіть класифікацію амінокислот. Дайте визначення скоря. Визначте хімічний скор лімітувальних амінокислот.

11. Дайте визначення білків. Покажіть фізіологічне та харчове значення білків для організму людини. Дайте визначення азотистого балансу.

12. Дайте визначення деструкції білків. Назвіть види деструкції та механізм теплової денатурації. Наведіть приклади деструкції білків у результаті технологічної обробки.

13. Дайте визначення денатурації білків. Напишіть види денатурації. Назвіть у результаті впливу яких факторів відбувається денатурація білків. Наведіть приклади.

14. Проаналізуйте біологічну цінність білків. Наведіть їх класифікацію. Охарактеризуйте прості й складні білки. Проаналізуйте білки як джерело амінокислот.

15. Поясніть, які кольорові реакції характерні для білків, у чому полягає їх суть. Охарактеризуйте кожен з них. Зазначте галузь їх застосування.

16. Опишіть фізико-хімічні властивості білків.

17. Охарактеризуйте особливості пептидного зв'язку.

18. Наведіть класифікацію білків.

19. Укажіть функції нижченаведених білків відповідно до класифікації.

<i>Білки:</i>	<i>Функція:</i>
Колаген.	Структурна.
Імуноглобулін.	Скорочувальна.
Інсулін.	Транспортна.
Гемоглобін.	Каталітична.
Актин.	Захисна.
Кератин.	Рецепторна.
Альбумін.	Регуляторна.

20. Дайте визначення процесу руйнування структур білка (крім первинної), супроводжуваного зміною фізико-хімічних властивостей і втратою функцій.

21. Проаналізуйте третинну структуру білків. Опишіть сили, що стабілізують конформацію молекул білка. Наведіть додаткову класифікацію амінокислот стосовно розміщення в білковій глобулі.

22. Охарактеризуйте методи визначення білків.

23. Наведіть алгоритм визначення білків за методом Лоурі.

24. Поясніть, яку структуру білка можна встановити методами, в яких застосовують частковий гідроліз, із використанням ферментів, наприклад пепсину чи трипсину, або хімічних реагентів, що специфічно впливають на пептидні зв'язки між певними амінокислотами. Дайте визначення цієї структури.

25. Опишіть вторинну структуру білків ( $\alpha$ -спіраль як термодинамічно вигідна структура поліпептидного ланцюга;  $\alpha$ -кератини — особливості амінокислотної послідовності й просторової структури; роль дисульфідних

містків у формуванні міцної структури;  $\beta$ -складчастий шар і  $\beta$ -кератини; супервторинна структура).

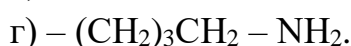
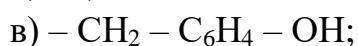
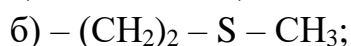
26. Охарактеризуйте біологічну роль білків. Наведіть класифікацію білків за будовою і геометричною формою молекули. Опишіть прості та складні білки: флавопротеїди, хромопротеїди, нуклеопротеїди, гліко-, фосфо- і ліпопротеїди, глобулярні та фібрилярні білки.

27. Утворіть трипептид із аланіну і двох молекул гліцину. Напишіть схему реакції і назвіть одержаний трипептид.

28. Утворіть трипептид із гліцину, глютамінової кислоти та цистеїну. Напишіть схему реакції і назвіть одержаний трипептид.

29. Наведіть схеми реакцій одержання тетрапептиду аланіл-серил-гліцил-лізину.

30. Укажіть амінокислоти, яким належать дані радикали:



31. Укажіть тип зв'язку між компонентами фрагмента, якщо під час гідролізу білка крові було виділено фрагмент, що складається із залишків глютамінової кислоти й аланіну. Підтвердіть відповідь відповідною схемою.

32. Поясніть, яке забарвлення проби свідчить про необхідність повторного очищення, якщо для перевірки ступеня очищення фільтрату від білкових домішок проведено біуретову реакцію.

33–35. Укажіть амінокислоти (А), що потрапили до фракції (Б) (табл. 9), якщо під час дослідження амінокислотного складу гідролізату білка, використовуюваного для параентерального білкового харчування, застосовано хроматографічний метод, при цьому хроматоргафовані амінокислоти було поділено на кислі й основні залежно від середовища ізоелектричної точки.

Таблиця 9

Дані до завдань 33–35

№ завдання	Амінокислоти (А)	Фракція (Б)
33	Лейцин, гліцин, серин, лізин, аспарагінова кислота	Кислі амінокислоти
34	Аспартат, лізин, глютамінова кислота, аргінін, триптофан	Основні
35	Лізин, аспарагінова кислота, глютамінова кислота, аргінін, триптофан	Кислі

36. Поясніть, які зв'язки між субодинамиціями могли зруйнуватися в ході відновлення, якщо білок із шести субодинамиць обробили розчином відновника. Назвіть амінокислоту, що бере участь в утворенні цих зв'язків.

37. Розрахуйте вміст азоту (%) у наважці пшеничного борошна (7,02 г), якщо її оброблено за методом К'ельдаля, аміак утворений із азоту поглинений 100 см<sup>3</sup> розчину H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (T(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> / KOH) = 0,0226 г/см<sup>3</sup>), після поглинання NH<sub>3</sub> 20 см<sup>3</sup> отриманого розчину відтитровано 0,1020 моль/дм<sup>3</sup> розчином KOH (9,8 см<sup>3</sup>). Визначте вміст білка в досліджуваному борошні, якщо поправковий коефіцієнт для визначення білка в пшеничному борошні за методом К'ельдаля 5,83.

38. Напишіть формулу пентапептиду: Асп-Про-Глу-Фен-Ліз. Визначте повторювані пептидні групи, що утворюють пептидний остов, і варіабельні групи представлені радикалами амінокислот. Позначте в пептиді N- і C-кінці. Підкресліть пептидні зв'язки. Наведіть приклад іншого пептиду, що містить ті самі амінокислоти.

39. Визначте головну лімітувальну амінокислоту за умови, що в 1 г досліджуваного білка знайдено, мг: лізину – 30, глютамінової кислоти – 60, триптофану – 20, фенілаланіну – 35, аланіну – 45, лейцину – 35, метіоніну – 57, ізолейцину – 30, тирозину – 12.

40. З'ясуйте біологічну цінність сніданку за вмістом у ньому незамінних амінокислот, якщо до його складу входять: макаронні вироби вищого сорту – 150 г, масло «Селянське» несолене – 35 г, філе куряче – 30 г, кефір жирний – 100 г. Визначте біологічну цінність сніданку за вмістом у ньому незамінних амінокислот. З'ясуйте біологічну цінність білка у стравах, розрахувавши амінокислотний скор незамінних амінокислот; лімітувальну амінокислоту й індекс незамінних амінокислот (під час обчислень урахуйте втрати в результаті теплової обробки).

41. Визначте головну лімітувальну амінокислоту за умови, що в 1 г досліджуваного білка знайдено, мг: лізину – 70, глютамінової кислоти – 50, триптофану – 10, фенілаланіну – 35, аланіну – 45, лейцину – 15, метіоніну – 57, ізолейцину – 30, тирозину – 12.

42. Напишіть схему утворення трипептиду з галогенангідридів таких амінокислот: цистеїн, аланін і фенілаланін. Назвіть кольорову реакцію, що свідчить про присутність у цьому пептиді ароматичного угруповання. Наведіть її схему.

43–52. Розрахуйте амінокислотний скор білків у страві й індекс незамінних амінокислот за даними амінокислотного складу. Зробіть висновок щодо біологічної цінності страви за білком (табл.10).

*Таблиця 10*

**Дані до завдань 43 – 52**

№ завдання	Страва	Продукти	Витрата продуктів, нетто, г
43	Бутерброд із сиром	Сир «Російський»	15
		Масло вершкове	5
		Хліб пшеничний	30

Закінчення табл.10

№ завдання	Страва	Продукти	Витрата продуктів, нетто, г
44	Бутерброд із зернистою ікрою	Ікра осетрова	10
		Масло вершкове	2
		Хліб пшеничний	30
45	Бутерброд із рибними продуктами	Горбуша солена	20
		Масло вершкове	5
		Хліб пшеничний	30
46	Какао з молоком	Молоко	500
		Вода	550
		Какао-порошок	20
		Цукор	100
47	Суп молочний із рисовою крупою	Молоко	500
		Вода	550
		Крупа рисова	60
		Масло вершкове	8
		Цукор	10
48	Суп молочний із манною крупою	Молоко	500
		Вода	550
		Крупа манна	60
		Масло вершкове	8
		Цукор	10
49	Суп молочний із пшоняною крупою	Молоко	500
		Вода	550
		Крупа пшоняна	80
		Масло вершкове	8
		Цукор	10
50	Картопляне пюре	Картопля	215
		Молоко	30
		Маргарин столовий	5
		Масло вершкове	10
51	Каша манна молочна	Крупа манна	60

		Цукор	10
		Сіль	4
		Масло вершкове	8
		Молоко	500
		Вода	550
52	Каша пшоняна розсипчаста	Крупа пшоняна	240
		Сіль	5
		Вода	364
		Масло вершкове	10

53. Заповніть таблицю: укажіть амінокислотні залишки, радикали яких можуть брати участь в утворенні вказаних типів зв'язку:

Гідрофобна взаємодія	Зв'язок		
	водневий	іоний	дисульфідний

54. Напишіть формулу гексапептиду: Сер – Глу – Про – Ліз – Гіс – Фен. Наведіть властивості радикалу для кожної з амінокислот пептиду:

- 1) гідрофільний із аніонною групою;
- 2) гідрофільний із катіонною групою;
- 3) гідрофільний незаряджений;
- 4) гідрофобний.

Укажіть амінокислоту пептиду, що має такі характеристики:

- 1) С-кінцева;
- 2) N-кінцева;
- 3) діаміномонокарбонова кислота.

Зазначте сумарний заряд даного пептиду. Дайте визначення ізоелектричної точки білка, укажіть середовище ІЕТ пептиду.

55. Виберіть пари амінокислот, радикали яких можуть утворювати зв'язки і вкажіть їх тип:

- а) Сер, Асп; б) Ала, Вал; в) Глу, Асп;  
г) Гіс, Асп; д) Цис, Ала; е) Тир, Глу.

56 – 63. Напишіть структурну формулу пептиду і визначте його заряд у кислому та лужному середовищах (табл. 11). Визначте напрямок руху в електричному полі.

*Таблиця 11*

**Дані до завдань 56 – 63**

№ завдання	Формула пептиду
56	Ала-Ліз-Гіс
57	Вал-Ліз-Ала
58	Вал-Асп-Арг
59	Вал-Ліз-Іле
60	Ліз-Мет-Про
61	Ліз-Ілей-Про
62	Ала-Тир-Арг
63	Асп-Глі-Арг

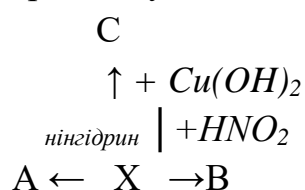
64 – 71. Накресліть криву титрування амінокислоти X лугом (табл. 12). Напишіть усі іонні форми амінокислоти від повністю протонованої форми (сильнокисле середовище) до повністю депротонованої (сильнолужне середовище). Продемонструйте зміну заряду амінокислоти й розрахуйте її ізoeлектричну точку. Укажіть напрям руху амінокислоти в електричному полі в різних середовищах.

Таблиця 12

**Дані до завдань 64 – 71**

№ завдання	Амінокислота X
64	Ала
65	Вал
66	Асп
67	Іле
68	Мет
69	Ліз
70	Тир
71	Глі

72 –79. Напишіть рівняння реакції у схемі перетворення



Таблиця 13

**Дані до завдань 72 – 79**

№ завдання	Амінокислота X
72	Ала
73	Вал
74	Асп

75	Іле
76	Мет
77	Ліз
78	Тир
79	Глі

80. Розрахувати вміст білкових речовин у 30 т ячменя, якщо вміст загального азоту в ньому становить 2,8 %, а вміст азоту у білку – 15,4 %. Чи можна отримати з такого ячменю світлий пивоварний солод?

81. Визначити повноцінність білку ячменю та головну лімітуючу амінокислоту, якщо в 1 г білка міститься в мг: лізину – 20, валіну – 40, триптофану – 90, фенілаланіну – 25, аланіну – 35. Вміст незамінних амінокислот в ідеальному білку в мг: лізину – 55, валіну – 50, фенілаланіну – 60, триптофану – 10.

82. Скільки умовного спирту-сирцю отримано на спиртовому заводі, якщо за добу вироблено 5800 дал ректифікованого спирту об'ємною часткою 96,3 % об.; 17 дал сивушного масла об'ємною часткою 88,0 % об. і 153 дал спирту етилового головної фракції об'ємною часткою 92,0 % об. Загальні втрати під час перегонки і ректифікації складають 1,2 %, в тому числі під час ректифікації 0,2 %.

83. Яку кількість води і ректифікованого спирту об'ємною часткою 96,3 % потрібно змішати для отримання 2500 дал сортівки міцністю 40 % об.? Розрахувати абсолютну і відносну величину контракції. Для приготування сортівки до 100 дал ректифікованого спирту треба додати 146,87 дал води. Втрати абсолютного спирту під час приготування сортівки 0,91 %.

84. За даними кількісного амінокислотного аналізу в сироватковому альбуміні міститься 0,58% триптофану, молекулярна маса якого дорівнює 204. Розрахуйте мінімальну молекулярну масу альбуміну. Для виконання розрахунків: 1.Вспомніте, що таке альбуміни.2.К якої групи амінокислот за класифікацією Ленинджер відноситься триптофан?

85. Як пояснити, що білок молока казеїн при кип'ятінні згортається (випадає в осад), якщо молоко кисле? Для відповіді: 1.Вспомніте, що таке розчинність білків, чим вона обумовлена? 2. Що таке ізоелектричної точка білка? 3.Як змінюються властивості білків в ізоелектричної точці?

86. Олигопептид, виділений з мозку тварини, має послідовність глу-гіс-три-сер-тир-гли-лей-арг-про-глі. Определіте сумарний заряд молекули при рН 3,0; 5,5; 11,0. В якій області рН лежить ізоелектричної точка пептиду?

87. Який об'єм розчину гідроксиду натрію з масовою часткою NaOH 15% і щільністю 1,16 г / см<sup>3</sup> потрібно для реакції з розчином гліцину масою 10 г з масовою часткою амінокислоти 6%?

88. Яка маса розчину соляної кислоти з масовою часткою HCl 5% буде потрібно для реакції з розчином аланіна масою 20 г з масовою часткою амінокислоти 5%?



89. Напишіть структурні формули наступних олігопептидів: а) аланілгліцин; б) гліцілаланіллейцин; в) лейцілаланіллізін; г) Трп-Вал-Гли-Ліз;

90. Скільки тріпептидів може бути утворено амінокислотами гліцином і аланином? Запишіть їх.

91. Амінокислоту лізин в промисловості отримують мікробіологічними методом. Яку масу лізину можна виділити з культуральної рідини об'ємом  $3 \text{ м}^3$  і щільністю  $1,05 \text{ г / см}^3$ , де масова частка лізину становить 12%, а виробничі втрати – 15%?

92. Вкажіть ферменти в харчовій промисловості. Напишіть загальну характеристику й класифікацію. Покажіть, яку роль виконують ферменти у процесах переробки харчових продуктів фізичні та хімічні фактори, які впливають на ферментативну активність (температура, рН, концентрація субстрату).

93. Опишіть активатори та інгібітори ферментів. Поясніть, що таке інактивація ферментів під дією різних технологічних факторів.

94. Охарактеризуйте хімічну природу й біологічну роль ферментів, що входять до складу харчових продуктів.

95. Охарактеризуйте ферменти як біологічні каталізатори. Наведіть характеристику та промислове значення гідролітичних ферментів.

96. Опишіть ферменти як біологічні каталізатори. Наведіть характеристику й промислове значення окисно-відновних ферментів.

97. Назвіть ферменти в харчовій промисловості. Напишіть загальну характеристику й класифікацію. Покажіть, яку роль виконують ферменти у процесах переробки харчових продуктів.

98. Напишіть на які класи поділяються ферменти. Приведіть характеристику окремих представників різних класів ферментів. Укажіть, які особливості мають ферменти як каталізатори.

99. Поясніть роль ферментів при переробці, зберіганні та використанні продовольчих товарів. Покажіть, як впливають технологічні фактори на кінетику ферментативних реакцій?

100. Напишіть, що собою являють ферменти за хімічною природою. Покажіть яке значення вони мають для організму людини.

101. Поясніть, чим обумовлена специфічність дії ферментів. Приведіть види специфічності та їх характеристику. Поясніть в чому різниця між абсолютною та відносною специфічністю ферментів.

102. Покажіть застосування амілаз у харчових виробництвах. Опишіть ферментативний гідроліз крохмалю. Покажіть механізм ферментативної дії  $\alpha$ - та  $\beta$ -амілаз.

103. Поясніть, як змінюється якість й харчова цінність продовольчих товарів під впливом ферментів при зберіганні.

104. Покажіть, які процеси харчових виробництв засновані на дії ферментів. Наведіть ферменти, які застосовуються в консервній, м'ясопереробній, крохмало-патоковій промисловості.

105. Охарактеризуйте ферменти як біологічні каталізатори. Покажіть іммобілізовані ферменти, їх значення та застосування.

106. Поясніть, що таке інгібітори ферментів і на які групи вони поділяються.

107. Покажіть, які основні властивості виявляють ферменти. Вкажіть на різницю між звичайними каталізаторами та ферментами.

108. Препарат, що містить 2,0 мг аргінази, за 10 хв при  $t = 38^{\circ}\text{C}$  і  $\text{pH} 9,0$  каталізував освіту 30 мкмоль сечовини. Розрахуйте питому і молекулярну активність аргінази.

109. Холінестерази при оптимальних умовах ( $\text{pH} = 8,4$  і  $t = 37^{\circ}\text{C}$ ) протягом 15 хв каталізує гідроліз ацетилхоліну з утворенням 100 ммоль холіну і оцтової кислоти. Розрахуйте питому і молекулярну активність ферменту

110. 0,05 мг трипсину за 15 хв утворюють 100 мкмоль тирозину при оптимальних умовах інкубації:  $\text{pH} 8,0$  і  $37^{\circ}\text{C}$ . Розрахуйте питому і молекулярну активність трипсину

111. 1 мг ферменту сукцинатдегідрогенази за 5 хв каталізує окислення бурштинової кислоти з утворенням 10 мкмоль фумарої при  $37^{\circ}\text{C}$  і  $\text{pH} 7,0$ . Розрахуйте питому і молекулярну активність ферменту

112. 5 мг ферменту лактатдегідрогенази за 30 хв каталізують перетворення пірувату з утворенням 20 мкмоль лактату при  $37^{\circ}\text{C}$  і  $\text{pH} 7,4$ . Розрахуйте активність ферменту

113. 1 г пепсину розщеплює 50 кг яєчного білка за одну годину. Розрахуйте активність на 1 г ферменту,

114. 1,6 мл слини розщеплює 175 кг крохмалю в годину. Розрахуйте активність амілази слини в годину на 1 мл слини

115. Кількість розпався під дією каталази пероксиду водню відповідає 14,7 мл 0,1 н. розчину перманганату калію. Витяжка каталази, взята для досвіду в кількості 20 мл, була приготовлена з 0,25 г моркви. Досвід проводили протягом 30 хв. Визначте активність ферменту, що міститься в 1 г моркви.

116. Відносна молекулярна маса фосфопіруваткарбоксілази дорівнює 400000. Розрахуйте молекулярну активність ферменту, якщо відомо, що його питома активність становить  $1,2 \cdot 10^3$  Е.

117. Розрахуйте питому активність каталази ( $M_r = 252000$ ) і лактатдегідрогенази ( $M_r = 140\ 000$ ), якщо відомо що молекулярна активність цих ферментів при температурі  $25^{\circ}\text{C}$ , оптимальному  $\text{pH}$  і повному насиченні субстратом дорівнює  $5 \cdot 10^6$  і  $3,7 \cdot 10^4$  відповідно.

118. Розрахуйте питому активність карбоангідрази ( $M_r = 30000$ ), гексокінази дріжджів, ( $M_r = 102\ 000$ ) і альдолази ( $M_r = 160\ 000$ ), знаючи, що їх молекулярна активність дорівнює  $0,96 \cdot 10^8$ ,  $1,7 \cdot 10^4$  і  $4,2 \cdot 10^5$  відповідно.

119. Розрахуйте активність каталітичних центрів каталази, лактатдегідрогенази і алкогольдегідрогенази (молекулярна активність їх відповідно дорівнює  $5 \cdot 10^6$ ,  $3,7 \cdot 10^4$  і  $2,7 \cdot 10^4$ , якщо відомо, що число їх у перших двох ферментів дорівнює чотирьом, а у останнього - двом.

120. Визначте питому активність піруваткінази ( $M = 237\ 000$ ), цитохрому- $z$  - редуктази ( $M = 75\ 000$ ) і бутіріл-КоА-дегідрогенази ( $M = 200\ 000$ ), виходячи із значення їх молекулярної активності  $6 \cdot 10^5$ ,  $1,3 \cdot 10^4$  і  $2 \cdot 10^5$  відповідно.

121. Розрахуйте молекулярну масу дигідрооротатдегідрогенази, до складу якої входить 2 атома заліза при утриманні останнього 0,18%.

122. До складу сукцинатдегідрогенази серця входять 8 атомів заліза при утриманні останнього 0,22%. Розрахуйте молекулярну масу ферменту.

123. Розрахуйте концентрацію міді (у відсотках) в медьсодержащем фермент аскорбатоксидази ( $M = 150\ 000$ ), якщо кожна молекула має шість атомів міді.

124. Розрахуйте концентрацію міді (у відсотках) в гемоцианин, якщо відомо, що  $M = 780\ 000$  і на одну молекулу доводиться 20 атомів міді.

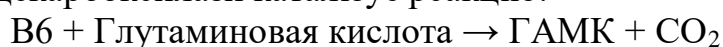
125. 5 мг ферменту лактатдегідрогенази за 30 хв каталізують перетворення пірувату з утворенням 20 мкмоль лактату при  $37^{\circ}\text{C}$  і  $\text{pH } 7,4$ . Розрахуйте, як чому зміниться активність ферменту, при підвищенні температури на 100

126. Холінестерази при оптимальних умовах ( $\text{pH} = 8,4$  і  $t = 37^{\circ}\text{C}$ ) протягом 15 хв каталізує гідроліз ацетилхоліну з утворенням 100 ммоль холіну і оцтової кислоти. Розрахуйте як зміниться активність ферменту при  $43^{\circ}\text{C}$ .

127. 0,05 мг трипсину за 15 хв утворюють 100 мкмоль тирозину при оптимальних умовах інкубації:  $\text{pH } 8,0$  і  $37^{\circ}\text{C}$ . Розрахуйте як зміниться активність ферменту при  $50^{\circ}\text{C}$ .

128. 1 мг ферменту сукцинатдегідрогенази за 5 хв каталізує окислення бурштинової кислоти з утворенням 10 мкмоль фумароївої при  $37^{\circ}\text{C}$  і  $\text{pH } 7,0$ . Розрахуйте як зміниться активність ферменту при  $40^{\circ}\text{C}$ .

129. Глутаматдекарбоксилази каталізує реакцію:



1. За зміною концентрації яких речовин можна охарактеризувати активність ферменту?

2. Як можна збільшити швидкість даної реакції?

130. Фермент трипсин здатний розщеплювати пептидні зв'язки білків. Чому обробка трипсином призводить до інактивації багатьох ферментів? Для обґрунтування відповіді згадайте: 1. Що таке ферменти? 2. К якого класу ферментів відноситься трипсин?

131. Оптимальними умовами дії амілази - ферменту, що розщеплює крохмаль, є  $\text{pH} = 6,8$ ; температура  $37^{\circ}\text{C}$ . Як зміниться активність ферменту при підвищенні температури до  $70^{\circ}\text{C}$ ?

132. Опишіть карамелізацію сахарів, умови та хімізм цього процесу, зміни, що відбуваються з дисахаридами за високої температури. Назвіть галузі застосування процесів карамелізації дисахаридів, а також виробництва харчових продуктів, у яких процес карамелізації небажаний.

133. Охарактеризуйте пектинові речовини, їх структуру, протопектин, пектинову та пектовою кислоти. Покажіть поширеність у природі. Опишіть хімізм процесу переходу протопектину в пектин. Охарактеризуйте особливості використання пектину як драглетворювача в харчових технологіях.

134. Опишіть види пектинових речовин, властивості пектинових речовин використовуваних у виробництві кондитерських виробів і морозива.

135. Охарактеризуйте геміцелюлози: склад, властивості, поширеність у природі. Наведіть класифікацію геміцелюлоз. Назвіть основних представників геміцелюлоз.

136. Опишіть реакцію меланоїдиноутворення. Поясніть внутрішньо-молекулярне перегрупування Амадорі. Охарактеризуйте значення реакції мелаїдиноутворення в процесах переробки харчової сировини. Укажіть фактори, які впливають на проходження реакції мелаїдиноутворення.

137. Опишіть процес клейстеризації крохмалю. Вкажіть температуру клейстеризації. Поясніть процес старіння клейстеризованого крохмалю. Укажіть особливості застосування процесу клейстеризації в харчових технологіях.

138. Назвіть види бродіння глюкози. Опишіть хімізм реакції бродіння та речовин які при цьому утворюються. Розкрийте їх технологічне та біологічне значення. Опишіть спиртове бродіння, його хімізм.

139. Охарактеризуйте функції вуглеводів у харчових продуктах (енергетична, пластична).

140. Опишіть перетворення вуглеводів під час виробництва харчових продуктів: гідроліз крохмалю в результаті впливу кислот і ферментативний гідроліз крохмалю  $\alpha$ - та  $\beta$ -амілазами. Перелічіть особливості застосування ферментативного гідролізу крохмалю в харчових технологіях.

141. Охарактеризуйте крохмаль і назвіть особливості використання його властивостей у технологічному процесі виробництва продуктів харчування (набухання крохмалю).

142. Перелічіть продукти харчування людини – джерела моно- та дисахаридів. Напишіть формули моно- і дисахаридів, яких найбільше у природній сировині.

143. Охарактеризуйте основні види модифікованих крохмалів та їх використання в харчових технологіях.

144. Опишіть полісахариди морських водоростей як структуроутворювальні агенти (агар, карагінан, альгінова кислота).

145. Охарактеризуйте високо- та низькоетерифіковані пектини та їх використання в харчових технологіях.

146. Проаналізуйте будову молекули інуліну, його поширеність у природі, властивості, фізіологічне значення для організму людини.

147. Охарактеризуйте вуглеводи, їх біологічне значення і харчову цінність. Назвіть продукти з простими (швидкими) і складними (повільними) вуглеводами. Перелічіть вуглеводи, які є джерело глюкози для людини.

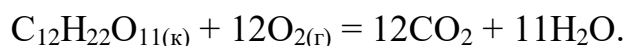
148. Напишіть схему взаємодії  $\alpha$ -D-фруктофуранози з 1 моль етилового спирту за присутності гідрогенхлориду.

149. Наведіть методи визначення вуглеводів і розкрийте їх суть.

150. Укажіть методи, за допомогою яких методів визначають фракційний склад вуглеводів.

151. Назвіть реакцію, за допомогою якої можна відрізнити сахарозу і мальтозу. Напишіть схеми реакцій і назви відповідних сполук.

152. Напишіть схеми будови крохмалю і целюлози, поясніть схожість і відмінність будови їх молекул (із застосуванням формул Хеуорса).
153. Наведіть формули сахарози і целобіози. Поясніть, який із цих дисахаридів відновлювальний і чому.
154. Напишіть схеми реакцій окиснення D-глюкози до глюконової і глюкаренової кислот. Перелічіть умови проходження даних реакцій.
155. Наведіть класифікацію пектинових речовин і зазначте особливості їх будови.
156. Поясніть біологічну роль пектинових речовин і перелічіть джерела їх отримання.
157. Охарактеризуйте фізико-хімічні й технологічні властивості пектинів. Наведіть приклади їх використання у харчових виробництвах.
158. Опишіть процес драглеутворення пектинових речовин і фактори, що впливають на нього.
159. Охарактеризуйте методи, застосовні для визначення комплексоутворювальної властивості пектинових речовин.
160. Охарактеризуйте процес, що відбувається під час нагрівання крохмалю. Поясніть його сутність і значення.
161. Наведіть спільні й відмінні риси в будові амілопектину і глікогену. Поясніть, як впливають на розчинність цих речовин у воді відмінності у їх будові.
162. Назвіть процес, покладений в основу оцукрювання целюлози. Напишіть схему його проходження і визначте всі продукти.
163. Обґрунтуйте відмінності структурної будови і хімічних властивостей відновлювальних (редуючих) і невідновлювальних (нередуючих) дисахаридів.
164. Поясніть хімічну будову глікозидів і охарактеризуйте найпоширеніших природних представників цього класу вуглеводів.
165. Опишіть реакції, покладені в основу хімізму перетворень вуглеводів в умовах нагрівання. Охарактеризуйте процес і продукти карамелізації.
166. Перелічіть реакції, покладені в основу хімізму перетворень вуглеводів в умовах нагрівання. Опишіть процес і продукти меланоїдиноутворення.
167. Охарактеризуйте дисахариди (сахароза, лактоза, мальтоза, целобіоза). Наведіть їх хімічні, фізичні й біологічні властивості. Опишіть відновлювальні та невідновлювальні дисахариди.
168. Охарактеризуйте гомологічні полісахариди (целюлоза, крохмаль і глікоген, хітін). Зазначте відмінності будови  $\alpha$  - і  $\beta$ -глюкозидополімерів.
169. Визначте зміну ентропії, застосовуючи довідникові дані, що стосуються ентальпії та енергії Гіббса в процесі засвоєння в організмі людини сахарози, який передбачає її окиснення:



170. Розрахуйте вихід продукту реакції, якщо із однієї тонни картоплі, що містить 20 % крохмалю, отримали 100 л етанолу ( $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$ ).

171. Обчисліть масу глюкози, необхідну для отримання 276 г спирту, якщо вихід продукту становить 80 % (фруктовий сік у результаті впливу ферментів зазнає бродіння):



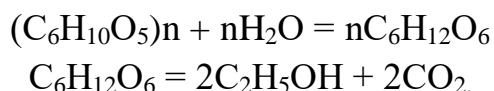
172. Визначте кількість глюкози й фруктози, яку можна отримати в результаті гідролізу 360 г сахарози, що містить 5% домішок.

173. Обчисліть необхідну кількість цукру і води для приготування 150 л цукрового сиропу із концентрацією 67 %, якщо густина сиропу – 1,3313 кг/л, вологість цукру – 0,14 %, втрати води під час варіння сиропу – 10 %.

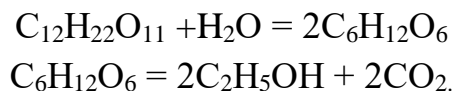
174. Розрахуйте потрібну кількість цукру і води для приготування 180 л цукрового сиропу із концентрацією 64 %, якщо густина сиропу – 1,313 кг/л, вологість цукру – 0,14 %, втрати води – 10 %.

175. Обчисліть необхідну кількість цукру і води для приготування 250 л цукрового сиропу із концентрацією 70 %, якщо густина сиропу – 1,35 кг/л, вологість цукру – 0,14 %, втрати води – 10 %.

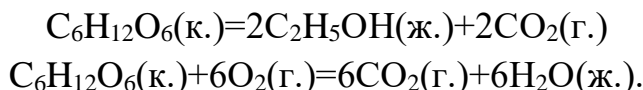
176. Визначте теоретичний вихід безводного спирту з 1 т картоплі, якщо густина спирту – 0,79 кг/л, гідроліз і зброджування відбуваються відповідно до таких реакцій:



177. З'ясуйте теоретичний вихід безводного спирту з 1 т мальтози, якщо густина спирту – 0,79 кг/л, гідроліз і зброджування відбувається відповідно до рівнянь



178. Розрахуйте значення  $\Delta H^\circ_{298}$  для реакцій перетворення глюкози:



Визначте реакцію, що дає більше енергії.

179. Розрахуйте добову потребу у вуглеводах людини масою 120 кг, зайняту важкою працею (комбайнер, вантажник КФА 1,9).

180. Визначте, яку частку енергії задовольняє 472 г спожитих вуглеводів, якщо добова потреба в енергії для чоловіка 40 років, який працює залізничником, – 2950 ккал.

181. З'ясуйте, яку частку енергії задовольняє 304 г спожитих вуглеводів, якщо добова потреба в енергії для жінки років, яка працює контролером, – 1900 ккал.

182. Наведіть схему гідролізу мальтози. Охарактеризуйте хімічні властивості продуктів гідролізу. Визначте напівацетальний гідроксил.

183. Напишіть схеми ацилування й алкілування амілози та схему її повного гідролізу. Обчисліть напівацетальний гідроксил.

184. Наведіть схему гідролізу сахарози. Визначте напівацетальний гідроксил і напишіть реакцію із надлишком фенілгідразину для отриманих сполук.

185. Написати стехіометричне рівняння реакції та визначити яка кількість за об'ємом етилового спирту і діоксиду вуглецю утвориться внаслідок збродження 400 кг глюкози, якщо температура бродіння  $32^{\circ}\text{C}$ , а тиск 770 мм рт. ст. Густина етилового спирту  $0,789 \text{ г/см}^3$ .

186. Написати стехіометричне рівняння реакції та визначити яка кількість за об'ємом етилового спирту в декалітрах утвориться внаслідок збродження 800 кг мальтози, якщо температура бродіння  $32^{\circ}\text{C}$ , а тиск 770 мм рт. ст. Густина спирту –  $789 \text{ кг/м}^3$ .

187. Написати стехіометричне рівняння реакції та визначити яка кількість за об'ємом діоксиду в декалітрах вуглецю утвориться внаслідок збродження 400 кг рафінози, якщо температура бродіння  $32^{\circ}\text{C}$ , а тиск 770 мм рт. ст. Густина спирту  $789 \text{ кг/м}^3$ .

188. Написати стехіометричне рівняння реакції та визначити яка кількість глюкози утвориться із 500 кг крохмалю. Розрахувати переводні коефіцієнти крохмаль в моносахариди та моносахариди в крохмаль. Скільки спирту за об'ємом отримають внаслідок збродження глюкози. Густина етилового спирту  $0,789 \text{ г/см}^3$ .

189. Розрахувати середньозважену вологість та крохмалистість зерна, отриманих внаслідок змішування 3-х партій пшениці: перша партія масою 78 т має вологість 14,5 % та містить 49 % крохмалю, друга партія масою 315 т має вологість 12,5 % та містить 48 % крохмалю, третя партія масою 324 т має вологість 14,4 % та містить 48,5 % крохмалю. Скільки спирту за об'ємом в декалітрах буде отримано внаслідок збродження крохмалю узагальної партії? Густина етилового спирту  $0,789 \text{ г/см}^3$ .

190. Написати стехіометричне рівняння реакції та визначити на скільки відсотків зміниться загальна маса продуктів гідролізу 1500 кг сахарози. Розрахувати переводні коефіцієнти дісахарид в моносахариди та моносахариди в дісахарид.

191. На скільки відсотків зміниться загальна маса продуктів гідролізу сахарози та їх солодкість, якщо ступінь гідролізу 250 кг сахарози становить 50 %. Солодкість сахарози дорівнює 100 %, глюкози – 68 %, фруктози – 170 %.

192. Розрахувати енергетичну цінність  $0,75 \text{ дм}^3$  хлібного квасу, в якому міститься 0,6 % мас. етилового спирту, 4,5 % вуглеводів, 0,35 % оцтової кислоти, 0,25 % білків. Густина квасу –  $1,098 \text{ г/см}^3$ . Густина етилового спирту  $0,789 \text{ г/см}^3$ . Питома енергетична цінність і ступінь засвоєння відповідно етанолу – 7 ккал/г і 100 %; вуглеводів – 3,75 ккал/г і 98 %, оцтової кислоти – 3,42 ккал/г і 100 %, білків – 4 ккал/г.

193. Є три склянки з розчинами глюкози, сахарози і крохмалю. За допомогою яких реакцій можна відрізнити ці речовини один від одного?

194. При згорянні  $1,026 \text{ г}$  вуглеводів утворюється  $0,806 \text{ дм}^3$  (нормальні умови) оксиду вуглецю (IV) і  $0,594 \text{ г}$  води. Встановіть найпростішу формулу вуглеводу.

195. Масова частка крохмалю в картоплі дорівнює 25%. Яку масу глюкози можна отримати з картоплі масою 2 т, якщо її вихід дорівнює 80%?

196. Яку масу зерна треба взяти для виробництва 100 кг спирта з масовою часткою етанолу 96%? Вихід спирту становить 85%, а масова частка крохмалю в зерні 70% .

197. Яку масу цукру можна отримати з 1 т цукрових буряків, якщо вміст сахарози в буряках дорівнює 22% мас., А виробничі втрати становлять 30%?

198. Кака маса молочної кислоти утворюється в результаті молочнокислого бродіння глюкози масою 90 г? Вихід кислоти дорівнює 80 %.

199. Яка маса молочної кислоти утворюється в результаті молочнокислого бродіння глюкози масою 90 г? Вихід кислоти дорівнює 80%.

200. Яка маса осаду утворюється при пропущенні газу, отриманого при спиртовому бродінні глюкози масою 100 г, через надлишок розчину гідроксиду кальцію? Вихід газу дорівнює 85%.

201. До глюкози, отриманої з 8,1 г крохмала, додали надлишок амміачного розчину оксиду срібла. В результаті реакції отримали 10 г металіческого осаду. Визначте вихід глюкози, якщо вихід у другій реакції дорівнює 100 %.

202. Яку масу деревини потрібно взяти для отримання тисячі  $\text{дм}^3$  розчину етанолу з масовою часткою  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  96%? Вихід етанолу – 90 %, масова частка целюлози в деревині 50%, щільність розчину – 0,8 кг/л.

203. Вітамін РР (нікотинамід) складається (по масі) з 58,3 % вуглецю, 4,86 % водню, 12,96 % кисню, 22,84 % азоту. Встановіть молекулярну формулу і молекулярну масу вітаміну РР.

204. Обчисліть процентний вміст окремих елементів вітаміну С.

205. Розрахуйте, яка кількість чорної смородини необхідно вжити в їжу, щоб задовольнити добову потребу людини у вітаміні С. Відомо, що в ній міститься в середньому 450 мг % цього вітаміну.

206. Розрахуйте, яка кількість кукурудзяного масла необхідно вжити в їжу, щоб задовольнити добову потребу людини у вітаміні Д, якщо відомо, що воно містить в середньому 1,4 мг % цього вітаміну.

207. Чому здоровій людині не рекомендується вживати з профілактичною метою фармакологічні препарати вітамінів?



208. Розрахуйте, яка кількість сиру необхідно вжити в їжу, щоб задовольнити добову потребу людини у вітаміні В2, якщо відомо, що в ньому міститься в середньому 0,3 мг % цього вітаміну.

209. При вживанні великої кількості сирого яєчного білка може розвинутися (особливо у дітей) гіповітаміноз біотину (вітаміну Н), що супроводжується дерматитом (хвороба Свіфта). Виявлено, що в сирих яйцях міститься глікопротеїн – авидин. У шлунково-кишковому тракті авидин утворює нерозчинний комплекс з біотипів. Чому варені яйця такого ефекту не викликають?

210. Яєчні білки захищають жовтки від псування. Яйця можна тримати в холодильнику від 4-х до шести тижнів, не побоюючись, що вони зіпсуються. Якщо ж відокремити жовтки від білків, то вони швидко зіпсуються навіть при низькій температурі. а) чому псуються жовтки? б) як ви поясните той факт, що наявність яєчних білків оберігає псування жовтків?

211. Розрахуйте, яка кількість цвітної капусти необхідно вжити в їжу, щоб задовольнити добову потребу людини у вітаміні К, якщо відомо, що в ній міститься в середньому 40 мкг / г даного вітаміну.

212. Добова потреба дорослої людини в нікотинової кислоти, яка становить 7,5 мг, зменшується, якщо в їжі міститься велика кількість амінокислоти триптофану. Що можна сказати про взаємозв'язок між нікотиновою кислотою і триптофан на основі цього спостереження?

213. Визначте вміст вітаміну С в яблуці (%), якщо відомо, що на титрування 25 мл екстракту, взятого з 50 мл витяжки (отримана з 10 г яблука), пішло 5,2 мл 0,001 н розчину 2,6-дихлорфеноліндофенола. Напишіть рівняння реакції взаємодії вітаміну С з 2,6-дахлорфеноліндофенолом

214. В 100 г моркви вітаміну А міститься 5000 мкг. У 100 гр помідорів в 20 разів менше, ніж у моркві. Скільки мікрограмів вітаміну А міститься в салаті, приготованому з 50 г моркви і 100 г помідорів?

215. У 100 г хвої сосни міститься 250 мкг вітаміну С. У 100 г шипшини на 100 мкг менше, ніж в хвої. Скільки мікрограмів вітаміну С міститься в фітосборов, що складається з 50 г хвої сосни і 100 г шипшини?

216. У 1 краплі лікарського препарату 5 мкг вітаміну D – це добова доза дитини. А добова доза дорослого в три рази більше, ніж у дитини. За скільки мікрограмів вітаміну D отримає кожен (дитина і дорослий) за 2 тижні прийому препарату?

217. У 100 гр білокачанної капусти міститься 76 мкг вітаміну К. У квашеній капусті цього вітаміну зменшується на 40 мкг. Скільки мікрограмів вітаміну К всього міститься в 50 гр білокачанної капусти і 100 гр квашеної капусти?

218. У 100 гр мандаринів міститься 200 мкг вітаміну Е. А в 100 гр яблук на 20 мкг менше, ніж в мандаринах. Скільки мікрограмів вітаміну Е міститься в смузі, приготованому з додаванням води з 50 гр мандаринів і 10 гр яблук?

219. Визначіть відсоток забезпеченості середньої фізіологічної норми організму дорослої жінки водорозчинними вітамінами за рахунок споживання 90г макаронних виробів з борошна ВИЩОГО гатунку та 50г свіжих томатів.

Борошно и томати відповідно місять, мг%: тіаміну (В1) – 0,2; 0,03; нікотінової кислоти (РР) – 1; 0,6.

220. Визначіть відсоток забезпеченості середньої фізіологічної норми організму Чоловіка и жінки водорозчинніми вітамінами за рахунок 150г капусти, 200г картоплі, 100г яблук, в яких вітаміни С, В2 та РР містяться відповідно в таких кількостях, мг: в Яблуко – 25; 0,08; 0,2, у картоплі – 30; 0,2; 0,9, у капусті – 27; 0,05; 16,5.

221. Визначіть відсоток забезпеченості середньої фізіологічної норми організму дитини трьох років вітамінами за рахунок споживання 700 г молока, если воно містить вітаміни в кількостях, мг %: С – 0,8; В1 – 0,05; В2 м 0,18; РР м 0,1; А – 0,004, D – 0,00025.

222. Визначіть забезпеченість середньої фізіологічної норми організму людини жиророзчинніми вітамінами та енергією (ккал) за рахунок споживання бутерброду, Який складається з 50 г батону, 10 г вершкового масла та 50 г червоної риби, Які містять вітаміни А та D відповідно в таких кількостях, мг %: батон – 0; 0, масло – 0,59; 0,00025; риба – 0; 0 та білків, жирів та вуглеводів у кількостях відповідно,%: батон – 7,5; 2,9; 51; масло – 1,1; 72,5; 1,0, рибам – 22; 12; 0.

223. Визначити забезпеченість середньої фізіологічної норми організму людини вітаміном С та калієм за рахунок 250 г картопляного пюре за умови, що 100г картоплі містять 25 мг вітаміну С та 567,5 мг калію. При приготуванні страв вітамін С втрачається на 50%. Середня фізіологічна норма організму людини у вітаміні С становить 90 мг, калію – 2 г

224. Розрахувати, яку кількість картоплі на добу необхідно з'їсти чоловікові восени, взимку та на весні, щоб задовольнити потребу організму в вітаміні С за умови, що цей вітамін надходить до організму людини тільки з картоплею. Вміст вітаміну С у свіжовикопаній картоплі становить 20 мг %, через 3,5 місяці – 50 % від початкового, в кінці сезону – 7,5 % від початкового. Добова потреба чоловіків у вітаміні С становить 100 мг.

225. Визначіть відсоток забезпеченості середньої фізіологічної норми організму дорослої жінки водорозчинніми вітамінами за рахунок споживання 90 г макаронних виробів з борошна вищого ґатунку та 50 г свіжих томатів. Борошно и томати відповідно місять, мг %: тіаміну (В1) – 0,2; 0,03; нікотінової кислоти (РР) – 1; 0,6.

226. Визначіть відсоток забезпеченості середньої фізіологічної норми організму чоловіка і жінки. Визначте масу (г) яловичої печінки, яку повинен з'їдати доросла людина в день, щоб заповнити норму вітаміну А, рівну 2,5 мг, з огляду на те, що при термічній обробці втрачається 25 % вітаміну А, а зміст його в печінці масою 100 г складає 10 мг.

227. Доросла людина влітку вживає в їжу приблизно 400 г помідорів, в 100 г яких міститься 2 мг вітаміну А, при його нормі 3,0 мг / день. При цьому каротин, що знаходиться в рослинній їжі всмоктується в кишківнику лише на 35 %. Чи достатньо цієї кількості помідор для підтримки вітамінної норми? Відповідь підтвердіть розрахунками.

228. Обчисліть масу яловичої печінки, яку повинна щодня з'їдати сім'я з чотирьох чоловік, щоб заповнити добову норму вітаміну А, рівну 3,0 мг, враховуючи, що при термічній обробці втрачається приблизно 20 % вітаміну А, а зміст його в 100 г печінки 7,5 мг.

229. Вміст калію в 100 г сьомги одно 420 мг. Зі звичайною їжею в дитячий організм за добу надходить приблизно 300 мг цього елемента. Обчисліть масу сьомги, яку потрібно щодня з'їдати дитині, щоб заповнити дефіцит цього елемента, якщо добова потреба в калії становить 580 мг

230. Порушення балансу вітамінів в організмі. Гіповітаміноз. Гіпервітаміноз (вітамінна інтоксикація). Авітаміноз.

231. Харчові продукти як джерела вітамінів. Які вітаміни містяться в рослинній сировині? Які перетворення відбуваються з вітамінами під час кулінарної обробки сировини? Засоби запобігання цьому процесу.

232. Вітамінізація продуктів харчування. Способи збагачення традиційних харчових продуктів вітамінами. Особливості вітамінізації хлібобулочних виробів.

233. Хімічна будова та функції жиророзчинних вітамінів. Їх вміст у харчових продуктах. Надайте характеристику вітаміну D.

234. Охарактеризуйте групу водорозчинних вітамінів: фізіологічна роль, прояви нестачі, джерела, фізіологічна потреба. Вміст у харчових продуктах. Надайте характеристику тіаміну, рибофлавіну.

235. Вітаміноподібні сполуки. Які продукти є їх джерелами?

236. Надайте характеристику провітамінам, вітаміноподібним речовинам, антивітамінам. Наведіть приклади найважливіших представників. Вкажіть їх біологічну роль.

237. Вітаміни групи В (В1, В2, В6, В12). Джерела надходження, зв'язок з ферментами, добова потреба.

238. Вітамін РР. Будова, зв'язок з ферментами, участь в обміні речовин, джерела надходження, добова потреба.

239. Пантотенова кислота (В15). Напишіть її структурну формулу. Розповсюдження в природі пантотенової кислоти. У яких біохімічних процесах вона приймає участь? Поясніть її зв'язок з коферментом А. Наведіть схему синтезу пантотенової кислоти.

240. Вітамін С. Будова, властивості, стійкість при переробці та зберіганні рослинної сировини, джерела надходження, добова потреба. Способи зберігання вітаміну С в рослинній сировині.

241. Напишіть структуру ретинолу й тіаміну. Покажіть їх біологічну роль в організмі. До складу яких коферментів і ферментів вони входять? Де зустрічаються і які порушення в організмі виникають при їх нестачі в їжі?

242. Напишіть структурні формули кальциферолу й піридоксину. Їх біологічна роль. До складу яких коферментів і ферментів вони входять? Які порушення спостерігаються при їх нестачі?

243. Напишіть структурні формули філохінону й рибофлавіну, вкажіть їх біологічну роль для організму. Які коферментні функції виконують ці вітаміни? Які захворювання виникають при їх нестачі?

244. Напишіть структурні формули токоферолу та нікотинової кислоти. Біологічна роль цих речовин. Які зміни відбуваються в організмі при відповідному авітамінозі? Напишіть схему синтезу нікотинової кислоти з піридину.

245. Будова та властивості вітаміну D, його біологічна роль, основні джерела, добова потреба. Прояви гіпо- та гіпервітамінозів

246. Перелічити основні функції води.

247. Охарактеризувати аномальні властивості води.

248. Дати визначення поняттю «активність води». На які групи поділяють продукти за величиною активності води?

249. Яким чином впливає активність води на ріст мікроорганізмів?

250. Які існують форми зв'язку вологи у харчовій сировині?

251. Дати визначення термінам «вільна волога» та «зв'язана волога».

252. Які методи визначення вологи ви знаєте?

253. Дати порівняльну характеристику арбітражного та прискореного методів визначення масової частки вологи.

254. Розрахувати масову частку вологи у харчовому продукті, якщо під час її визначення арбітражним методом було одержано наступні результати:

№ завдання	Назва харчового продукту	Маса зразка до висушування, г	Маса зразка після висушування, г
255	Зерно	4,99	4,26
256	Хліб	5,00	3,50
257	Крохмаль	5,01	4,01
258	Риба	3,0001	0,9
259	Яловичина	3,0002	1,2

260. Що таке твердість води? Як визначається тимчасова твердість води методом кислотно-основного титрування?

261. Назвати види твердості води та категорії твердості води.

262. Як визначають загальну твердість води комплексонометричним методом? Яке значення в цьому визначенні має рН розчину? Навести рівняння реакцій, розрахункові формули, вказати індикатор.

263. Для визначення загальної твердості на титрування 100,0 мл води витратили 15,40 мл розчину трилону Б (ЕДТА) з титром 0,005420 г/мл. Для визначення постійної твердості 200,0 мл тієї ж води прокип'ятили, осад, що випав, відфільтрували, фільтрат довели до 250,0 мл. На титрування 100,0 мл фільтрату витратили 10,50 мл того ж розчину трилону Б. Розрахувати карбонатну, загальну та постійну твердість води.

264. Навести класифікацію мінеральних речовин.

265. Дати визначення поняттю макро- та мікроелементи, наведіть приклади.

266. До яких наслідків приводить дефіцит мінеральних речовин в організмі людини?

267. Які методи використовують для визначення мінеральних речовин?

268. Назвати спектральні методи, які найчастіше використовують для визначення мінеральних речовин. Навести приклади.

269. Які електрохімічні методи аналізу використовують для визначення мінеральних речовин? Дайте їм коротку характеристику.

270. Описати фізіологічну роль сполук кальцію та магнію у організмі людини. До складу яких продуктів харчування входять ці елементи?

271. Назвати найбільш поширені сполуки алюмінію, що зустрічаються у природі. У складі яких продуктів харчування міститься алюміній?

272. Описати фізіологічну роль цинку та хрому. У складі яких продуктів харчування містяться ці елементи?

273. Описати фізіологічну роль феруму в організмі людини. До складу яких продуктів харчування входить цей мікроелемент?

274. Пояснити, які наслідки порушення в обміні хлору в організмі людини?

275. У чому полягає роль фтору та його сполук в організмі людини? У складі яких продуктів харчування міститься фтор?

276. Пояснити, які наслідки порушення в обміні хлору в організмі людини?

277. Навести класифікацію вітамінів.

278. Які вітаміни відносять до жиророзчинних? У чому полягає їх біологічна роль?

279. Які вітаміни відносяться до водорозчинних? У чому полягає їх біологічна роль?

280. Пояснити механізм дії водорозчинних вітамінів. Що таке антивітаміни?

281. Дайте характеристику вітаміну А. До складу яких продуктів харчування і в якій формі входить цей вітамін?

282. У чому полягає біологічна роль вітамінів А і D? Описати ознаки недостатності їх в організмі.

283. Перерахувати причини зменшення або руйнування вітамінів у продуктах. У чому полягає біологічна роль вітамінів?

284. У чому полягає біологічна роль вітамінів С і Р? Які ознаки їх недостатності в організмі? Навести якісну реакцію на вітамін С.

285. У чому полягає суть індофенольного методу визначення аскорбінової кислоти?

286. Для визначення аскорбінової кислоти в капусті білокачанній було взято наважку сировини масою 10 г. Приготовано екстракт об'ємом  $100 \text{ см}^3$ , на титрування  $1 \text{ см}^3$  екстракту пішло  $1,18 \text{ см}^3$  розчину 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію. Під час визначення титру розчину 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію на титрування  $1 \text{ см}^3$  стандартного розчину аскорбінової кислоти ( $0,1 \text{ г/дм}^3$ ) було витрачено  $0,98 \text{ см}^3$  титранту. Розрахувати вміст аскорбінової кислоти в капусті (мг / 100 г).

287. Для визначення аскорбінової кислоти в зеленому горошку було взято наважку сировини масою 50 г. Приготовано екстракт об'ємом  $200 \text{ см}^3$ , на титрування  $2 \text{ см}^3$  екстракту пішло  $1,12 \text{ см}^3$  розчину 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію. Під час визначення титру розчину 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію на титрування  $1 \text{ см}^3$  стандартного розчину

аскорбінової кислоти ( $0,1 \text{ г/дм}^3$ ) було витрачено  $0,96 \text{ см}^3$  титранту. Розрахувати вміст аскорбінової кислоти в зеленому горошку ( $\text{мг} / 100 \text{ г}$ ).

288. Для визначення аскорбінової кислоти в солодкому червоному перці було взято наважку сировини масою  $5 \text{ г}$ . Приготовано екстракт об'ємом  $100 \text{ см}^3$ , на титрування  $1 \text{ см}^3$  екстракту пішло  $1,25 \text{ см}^3$  розчину 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію. Під час визначення титру розчину 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію на титрування  $1 \text{ см}^3$  стандартного розчину аскорбінової кислоти ( $0,1 \text{ г/дм}^3$ ) було витрачено  $0,97 \text{ см}^3$  титранту. Розрахувати вміст аскорбінової кислоти в перці ( $\text{мг} / 100 \text{ г}$ ).

289. Для визначення вітаміну А в жовтку яйця було взято наважку  $60,0 \text{ г}$ . Після омилення зразку, екстракції хлороформом і відгонки розчинника отриманий сухий остаток було розчинено в  $100 \text{ см}^3$  абсолютного етилового спирту. Оптична густина (А) цього розчину, визначена на спектрофотометрі за довжини хвилі ( $\lambda$ )  $326 \text{ нм}$  (товщина поглинаючого шару –  $1 \text{ см}$ ), дорівнює  $0,383$ . Розрахувати вміст вітаміну А в жовтку ( $\text{мг}/100 \text{ г}$ ), якщо молярний коефіцієнт поглинання ( $\epsilon$ ) спиртового розчину ретинолу дорівнює  $52400 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  за довжини хвилі  $326 \text{ нм}$ .

290. Для визначення вітаміну А в печінці тріски було взято наважку  $5,0 \text{ г}$ . Після омилення зразку, екстракції хлороформом і відгонки розчинника отриманий сухий остаток було розчинено в  $100 \text{ см}^3$  абсолютного етилового спирту. Оптична густина (А) цього розчину, визначена на спектрофотометрі за довжини хвилі ( $\lambda$ )  $326 \text{ нм}$  (товщина поглинаючого шару –  $1 \text{ см}$ ), дорівнює  $0,428$ . Розрахувати вміст вітаміну А в печінці ( $\text{мг}/100 \text{ г}$ ), якщо молярний коефіцієнт поглинання ( $\epsilon$ ) спиртового розчину ретинолу дорівнює  $52400 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  за довжини хвилі  $326 \text{ нм}$ .

291. Для визначення вітаміну А в вершковому маслі було взято наважку  $40,0 \text{ г}$ . Після омилення зразку, екстракції хлороформом і відгонки розчинника отриманий сухий остаток було розчинено в  $100 \text{ см}^3$  абсолютного етилового спирту. Оптична густина (А) цього розчину, визначена на спектрофотометрі за довжини хвилі ( $\lambda$ )  $326 \text{ нм}$  (товщина поглинаючого шару –  $1 \text{ см}$ ), дорівнює  $0,507$ . Розрахувати вміст вітаміну А в печінці ( $\text{мг}/100 \text{ г}$ ), якщо молярний коефіцієнт поглинання ( $\epsilon$ ) спиртового розчину ретинолу дорівнює  $52400 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  за довжини хвилі  $326 \text{ нм}$ .

292. Обчислити масову частку вологи у борошні пшеничному вищого сорту у разі визначення її прискореним методом, за такими даними двох паралельних аналізів: маса бюкси з наважкою до висушування  $19,72$  і  $19,94 \text{ г}$ , маса порожньої бюкси  $14,72$  і  $14,94 \text{ г}$ , маса бюкси з наважкою після висушування  $19,06$  і  $19,28 \text{ г}$ .

293. Визначити кислотність борошна пшеничного першого сорту, якщо визначення проводили за бовтанкою, для чого використали  $5,0 \text{ г}$  борошна і  $50 \text{ см}^3$  води. На титрування двох проб було витрачено  $2,20$  і  $2,4 \text{ см}^3$   $\text{NaOH}$  концентрацією  $0,1 \text{ моль} / \text{дм}^3$ . Прийняти поправку до титру лугу рівною  $1$ .

294. Визначити зольність борошна житнього обдирного за даними двох паралельних аналізів: маса порожнього тигля  $41,7385$  і  $38,5457 \text{ г}$ , маса тигля з наважкою до озолення  $43,1299$  і  $40,3420 \text{ г}$ , маса тигля з наважкою після

озолення 41,7567 і 38,5659 г, маса прискорювача MgO – 0,01 г. Масова частка вологи у борошні – 13,1%

295. На завод за місяць надійшло п'ять партій борошна: I партія – 8 т з масовою часткою вологи 13,2%, II партія – 2 т з масовою часткою вологи 14,5%, III партія – 15 т з масовою часткою вологи 15,0 %, IV партія – 13 т з масовою часткою вологи 13,0%. Визначити середньозважену масову частку вологи в борошні, яке надійшло на завод.

296. Визначити, у якому співвідношенні треба змішати тісто з кислотністю 3,5 град зі стиглим тістом з кислотністю 5,5 град для підвищення кислотності тіста на 1,5 град.

297. Розрахувати, у якому співвідношенні треба взяти партії борошна з газоутворюючою здатністю 800 і 1200 см<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>/100 г, щоб мати суміш з газоутворюючою здатністю 1000 см<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>/100 г.

298. Обчисліть вміст солі в 400 кг розчину, якщо його концентрація за температури 20<sup>0</sup>C становить 20%.

299. Знайти масову частку вологи у дріжджовій суспенції, в 4,5 кг якої міститься 0,44 кг сухих речовин.

300. Визначити масу сухих речовин у 8,0 кг маргарину з масовою часткою вологи 16,5 %.

301. Розрахувати кислотність хліба українського подового, якщо для її визначення використано 25 г мякуша та мірну колбу об'ємом 250 см<sup>3</sup>. Об'єм витяжки на татрування – 50 см<sup>3</sup>. Титрування вели розчином NaOH концентрацією 0,1 моль /дм<sup>3</sup> у двох повторностях. Результати титрувань – 4,0 і 4,1 см<sup>3</sup> розчином NaOH.

302. Грибник зібрав 100 кг грибів. Вологість грибів була 99% (вони на 99% складаються з води). Вирішив їх підсушити та через деякий час гриби всохли до вологості 98 %. Скільки стали важити гриби після сушки?

303. Визначити масу сухих речовин і вологи у 70 кг пшеничного борошна вологістю 14%.

304. Визначити масу вологи у 25 кг рідкихдріжджів вологістю 78%.

305. Визначити масу сухих речовин і вологи у 36 кг житнього борошна вологістю 12 %.

306. Визначити вологість борошна, якщо у 80 кг його маса вологи становить 10,4 кг.

307. Визначити масу сухих речовин і вологи у 12 кг цукрового розчину концентрацією 50%.

308. Визначити масу сухих речовин і вологи у 4 кг дріжджової суспензії вологістю 94%.

309. Визначити загальну масу сухих речовин у 90 кг продукту, що складається з 85 кг борошна вологістю 13,5 %, 1 кг солі вологістю 3,5 % і цукру вологістю 0,14%.

310. Визначити масу вологи у 25 кг сольового розчину концентрацією 24%.

311. Визначити масу сухих речовин у 55 кг борошна, якщо маса вологи 7,7 кг.

312. Визначити кількість рідких дріжджів вологістю 80%, якщо маса вологи в них становить 6 кг.
313. Знайти масу сухих речовин і вологи у 20 кг маргарину при вологості 16 %, у 10 кг яєць при вологості 73 %.
314. Визначити масу сухих речовин у 50 кг сировини, що складається з 48 кг борошна вологістю 15 %, 0,5 кг солі вологістю 3,5 %, 1,5 кг маргарину вологістю 16 %.
315. Знайти вологість дріжджової суспензії, у 3 кг якої міститься 0,24 кг сухих речовин.
316. Визначити вологість опари, у 120 кг якої міститься 62 кг сухих речовин.
317. Визначити вологість опари, що складається з 50 кг борошна, 25 кг рідких дріжджів вологістю 75 % і 66 кг води.
318. Яка маса соди (у грамах) необхідна для усунення жорсткості води об'ємом 1000 л, насиченої сульфатом кальцію при 200С, якщо розчинність його є рівною 2 г/л.
319. Чому дорівнює карбонатна жорсткість води, якщо для її усунення до води об'ємом 20 л додано 3,71 г карбонату натрію.
320. Визначити жорсткість води, якщо у 200 мл води міститься 20 мг іонів  $\text{Ca}^{2+}$  і 8 мг іонів  $\text{Mg}^{2+}$ .
321. Визначити тимчасову жорсткість води, у 1 літрі якої міститься 0,1463 г  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ .
322. Яка маса  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  буде потрібна для пом'якшення води об'ємом 1000 м<sup>3</sup>, щоб її карбонатна твердість зменшилася від  $\text{Ж}_1 = 28$  ммоль/л до  $\text{Ж}_2 = 12$  ммоль/л.
323. На титрування 0,05 л води витрачено 4,8 мл 0,1 н трилону Б. Чому дорівнює карбонатна твердість води?
324. Чому дорівнює постійна твердість води, якщо для її усунення до води додано 21,6 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
325. Чому дорівнює твердість 0,003 М розчину  $\text{MgCl}_2$ ?
326. На титрування 0,5 л зразка води витрачено 22,8 мл 0,1 н трилону Б. Чому рівна карбонатна твердість води?
327. Для пом'якшення 10 л води необхідно 1,55 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Чому рівна твердість води ?
328. Один літр води містить 48,6 мг дикарбонату кальцію і 29,6 мг сульфату магнію. Скільки молів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  міститься у 1 л зразка води? Чому дорівнює загальна жорсткість води?
329. Чому рівна жорсткість 0,005 М розчину  $\text{CaCl}_2$ ?
330. Жорсткість деякого зразка води обумовлюється тільки дикарбонатом заліза. При кип'ятінні 0,25 л води у осад випали 4 мг  $\text{FeCO}_3$ . Чому дорівнює жорсткість води?
331. Для пом'якшення 100 л води необхідно 12,72 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Чому рівна жорсткість води?



332. При визначенні тимчасової жорсткості на титрування 0,1 л води витрачено 5,25 мл 0,101 н розчину трилону Б. Чому дорівнює тимчасова жорсткість води?

333. Жорсткість деякого зразка води обумовлюється тільки нітратом кальцію  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . При обробці 0,25 л зразка води карбонатом натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  у осад випало 37,8 мг  $\text{CaCO}_3$ . Чому рівна жорсткість води?

334. Розрахуйте загальну жорсткість річкової води, якщо у 225 мл проби міститься 0,00392 г  $\text{FeCl}_2$ , 0,00418 г  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , 0,0117 г  $\text{MgCl}_2$ , 0,0112 г  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 0,0052 г  $\text{CaCl}_2$ .

335. Розрахуйте тимчасову та постійну жорсткість річкової води, якщо для її усунення до 1 л води додано 0,117 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  та 0,091 г  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

336. Визначити жорсткість води, якщо для її усунення в об'ємі 1 м<sup>3</sup> потрібно 159 г карбонату натрію.

337. Визначити жорсткість мінеральної води «Нарзан», якщо в об'ємі 1 л міститься 0,3894 г іонів кальцію та 0,0884 іонів магнію.

338. Визначити магнієву жорсткість води, якщо жорсткість вихідної води становить 4 ммоль/л, а зміст іонів кальцію дорівнює 60 мг/л.

339. Яку масу вапна потрібно додати до 10 л води, що містить 1,2 г/л розчиненого  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , щоб осадити його у вигляді  $\text{CaCO}_3$ .

340. Визначити масу гашеного вапна, яку необхідно додати до 1000 л води, щоб усунути її тимчасову жорсткість, рівну 1,45 ммоль/л.

341. Визначити карбонатну жорсткість, якщо на осадження карбонатів з 500 мл води витрачено 0,265 г соди.

342. Розрахувати жорсткість води, у 200 мл якої міститься 0,15 г іонів кальцію.

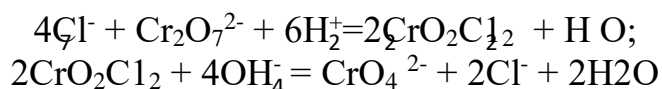
343. Яку масу вапна (у кг) потрібно додати до 10 м<sup>3</sup> води, що містить 1,5 г/л розчиненого  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , щоб осадити його у вигляді  $\text{CaCO}_3$ .

344. Визначити кальцієву жорсткість, якщо жорсткість вихідної води становить 10 ммоль/л, а зміст іонів магнію дорівнює 100 мг/л.

345. Визначити жорсткість мінеральної води «Царичанська», якщо в об'ємі 1 л міститься 0,45 г іонів кальцію та 0,035 г іонів магнію.

346. Солоність природних вод оцінюють по змісту хлор-іонів у пробі. Розрахуйте солоність досліджуваної води, якщо на титрування проби об'ємом 10 мл пішло 19 мл 0,01 н розчину  $\text{AgNO}_3$ .

347. Розрахуйте солоність природної води, якщо при аналізі за схемою:



на титрування проби об'ємом 10 мл пішло 23 мл 0,01 н розчину  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

348. Поняття водневого зв'язку. Структура та властивості льоду. Роль льоду в забезпеченні стабільності харчових продуктів.

349. Як і за яким принципом поділяють основні речовини, що входять до складу харчових продуктів? Що таке макро- і мікронутрієнти? Наведіть приклади.

350. Вода як системний компонент харчових продуктів і сировини. Форми зв'язку вологи. Розкрийте поняття "вільної" та "зв'язаної" вологи харчових продуктів.

351. Які елементи називають мікроелементами? Які шляхи надходження мікроелементів до організму людини. Чому залізо вважається мікроелементом, незважаючи на його значний вміст в організмі?

352. Класифікація компонентів їжі за О.О.Покровським: аліментарні та неаліментарні, макро- та мікронутрієнти, есенціальні нутрієнти.

353. Роль мінеральних речовин у формуванні якісних показників харчових продуктів, їх функціональні властивості. Технологічні фактори, що зумовлюють зменшення кількості мінеральних речовин у харчових продуктах та засоби запобігання цьому.

354. Основні класи мінеральних речовин, що входять до складу харчових продуктів. Фізіологічна роль окремих макроелементів (Ca, Mg, K, Na, P, S, Cl). Їх роль та вплив на організм людини.

355. Основні класи мінеральних речовин, що входять до складу харчових продуктів. Мікроелемент Селен як есенціальний компонент їжі. Які продукти багаті на Селен?

356. Роль води в харчових продуктах. Агрегатні стани води. Діаграма стану води.

357. Основні класи мінеральних речовин, що входять до складу продуктів харчування Фізіологічна роль Йоду в організмі людини. Які продукти багаті на цей елемент?

358. Участь мінеральних речовин у фізіологічних функціях організму. Фізіологічна роль Фосфору, Хлору, Сульфуру.

359. Які види технологічної обробки сировини та харчових продуктів призводять до втрат мінеральних речовин (впливають на мінеральний склад харчових продуктів)? Наведіть приклади.

360. Функціональні властивості мінеральних речовин. Роль Кальцію, Магнію в харчовому раціоні людини.

361. Основні класи мінеральних речовин, що входять до складу харчових продуктів. Фізіологічна роль Кобальту, Цинку в організмі людини. Які продукти багаті на ці мікроелементи?

362. Основні класи мінеральних речовин, що входять до складу продуктів харчування. Роль Заліза, Міді в організмі людини. Харчові продукти, що містять ці елементи.

363. Фізіологічне значення Кремнію для організму людини. Розподілення його в організмі. Добова потреба в Кремнії. Харчові джерела цього елементу.

364. У зразку моркви вміст міді - 9,6 мг / кг. Чи можна використовувати цю моркву в їжу, якщо щоденне її споживання становить 100 г, а для дорослої людини допустима добова доза  $\text{Cu}^{2+}$  -іонів дорівнює 3,0 мг.

365. Розрахуйте добове споживання кураги для сім'ї з 5 дорослих осіб, щоб заповнити дефіцит магнію. Курага масою 100 г містить магній 109 мг, а норма для дорослої людини становить 500 мг / день. З них приблизно 300 мг магнію надходить в організм із звичайною їжею. При замочуванні і промиванні фрукта 25% магнію переходить в воду.

366. Організм дорослої людини в середньому повинен отримувати приблизно 3 мг фтору в день. З їжею надходить приблизно 1 мг. Яке має бути вміст фтору в питній воді, щоб заповнити дефіцит фтору?

367. Своєрідною комори магнію є пшеничні висівки, в 100 г яких міститься приблизно 418 мг цього елемента. За тиждень сім'я з трьох осіб з'їдає 1,8 кг цього продукту. Розрахуйте добове споживання магнію кожного члена сім'ї за рахунок цього продукту.

368. Тижнева доза споживання  $\text{J}^-$  -іонів дорослою людиною 1,05 мг. Який об'єм води слід вживати за добу, щоб заповнити дефіцит йоду, якщо зміст йодидов в 1 дм<sup>3</sup> цієї води становить 0,05 мг?

369. Сім'я з двох осіб за добу вживає 120 г кураги, що містить 109 мг Mg в продукті масою 100 г. На скільки відсотків це кількість кураги заповнює дефіцит магнію, якщо добова потреба дорослої людини становить 350 мг Mg / 100 г продукту?

370. Магній - антистресовий мінерал. Прийміть на ніч столову ложку меду - цілющого «магнієвого» продукту і тим самим Ви заповните добову норму цього елемента. Розрахуйте вміст магнію ( $\omega, \%$ ) в даному продукті, якщо обсяг меду в столовій ложці 15 см<sup>3</sup> ( $\rho$  (меду) = 1,431 г / см<sup>3</sup> при 20 ° C і 16% вологості).

371. Щодня з їжею організм людини отримує приблизно 300 мг магнію, добова потреба його становить приблизно 350 мг. Заповнити дефіцит цього елемента можна за допомогою салату, в 100 г листя якого міститься до 80 мг магнію. При промиванні цього продукту 20 ... 30% магнію може перейти в воду. З урахуванням цього розрахуйте тижневу дозу салату для однієї людини.

372. Зміст магнію в квасолі становить 180 мг / 100 г крупи. Добова потреба в цьому елементі для дорослої людини становить приблизно 350 мг. Розрахуйте масу квасолі, яку повинна з'їдати за три дні сім'я з чотирьох чоловік з урахуванням того, що щодня зі звичайною їжею на кожного члена сім'ї припадає 275 мг цього елемента.

373. Добова потреба людини в натрії складає приблизно 4,0 г натрію. При підсолювання їжі в організм надходить приблизно 3,0 м Щодня одна

людина з'їдає 5 г часнику, що містить 17 мг Na / 100 г продукту. На скільки відсотків буде заповнений дефіцит цього елемента.

374. Дефіцит йоду заповнюється вживанням йодованої кухонної солі масою 15 г. Визначте зміст I- ( $\omega, \%$ ) в солі, якщо добова потреба дорослої людини в йоді становить 0,2 мг.

375. Один дорослий чоловік за добу з'їдає сіль масою 11 г. Яким має бути зміст йоду ( $\omega, \%$ ) в йодованій кухонній солі, якщо добова потреба людини становить 0,15 мг йоду.

376. В середньому дитячий організм повинен отримувати 0,6 мг фтору на добу. З їжею його надходить 0,3 мг. Відсутній фтор заповнюється водою. Яка повинна бути концентрація фтору у воді, якщо за добу дитина вживає приблизно 1,2 дм<sup>3</sup> води.

377. Середній вміст міді в гречці становить 8,1 мг / кг. Добова потреба дорослої людини в міді дорівнює 2,5 мг. Яка добова норма гречки для сім'ї з чотирьох чоловік?

378. Зміст йоду в йодованій солі (NaCl) становить 0,005%. Яка тижнева потреба дорослої людини в такій солі, якщо в добу він повинен вживати 0,15 мг йоду?

379. Середньодобове споживання хлор-іонів дорослою людиною становить 5,2 м. Розрахуйте масу кухонної солі, що містить 10% домішок, яка необхідна для підтримки цієї норми хлор-іонів в сім'ї з трьох чоловік.

380. Добова потреба дорослої людини в калії дорівнює 5,0 м. З їжею надходить приблизно 3,8 мг. Розрахуйте масу насіння соняшнику, яку повинен з'їдати один чоловік за добу, щоб заповнити дефіцит цього елемента, якщо вміст калію в насінні соняшнику становить 647 мг / 100 г.

381. Зміст фосфору в насінні соняшнику одно 530 мг / 100 г. Добова потреба в цьому елементі становить 1,6 м. Розрахуйте масу насіння соняшнику для заповнення дефіциту цього елемента, якщо зі звичайною їжею в організм надходить приблизно 1,1 г фосфору.

382. Насіння соняшнику містять магній - 317 мг / 100 г продукту, при добовій потребі однієї людини 0,5 г цього елемента. Визначте масу насіння соняшнику, яка буде потрібно для заповнення дефіциту цього елемента для сім'ї з трьох осіб, якщо приблизно 0,3 г магнію надходить в організм із звичайною їжею.

383. На скільки відсотків задоволена потреба дитини в фосфорі, якщо за тиждень дитина з'їдає 1,4 кг риби, в 100 г якої міститься 230 мг фосфору, а добова потреба становить 1700 мг?

384. За добу доросла людина з'їдає 300 г риби (тріска), в 100 г якої міститься 25 мг кальцію, при добовій потребі цього елемента 1000 мг. На скільки відсотків задоволена потреба дорослої людини в цьому елементі?

385. Зі звичайною їжею в організм людини за добу надходить приблизно 2,7 г калію. Добова потреба дорослої людини в цьому елементі навесні становить 3,0 м. Розрахуйте масу сьомги, яка знадобиться одній людині для заповнення дефіциту калію в весняний період, якщо зміст його в рибі одно 420 мг / 100 г продукту .

386. З їжею в організм людини за добу надходить 2,5 г калію. Добова потреба дорослої людини в цьому елементі восени становить 6,0 г. Визначте масу квасолі, яка знадобиться сім'ї з п'яти осіб для заповнення дефіциту калію в осінній період, якщо в 100 г квасолі міститься 1160 мг калію.

387. Вміст калію в 100 г хліба одно 240 мг. Зі звичайною їжею в організм дорослої людини за добу надходить приблизно 2,5 г цього елемента, при добовій потребі в весняний період 3,0 г. Визначте масу хліба, яку повинен з'їдати один чоловік, щоб заповнити дефіцит цього елемента.

388. Зміст фосфору в насінні гарбуза одно 1 174 мг / 100 г. На скільки відсотків буде задоволена добова потреба дорослої людини (1600 мг) в цьому елементі, якщо в добу він з'їдає 50 г насіння?

389. Зміст фосфору в горосі одно 369 мг / 100 г. На скільки відсотків буде задоволена добова потреба дорослої людини (1600 мг) в цьому елементі, якщо в денному раціоні використовується 125 г гороха?

390. Вміст калію в 100 г молока одно 127 мг. На скільки відсотків буде задоволена добова потреба дорослої людини в цьому елементі (3 г), якщо в добу він з'їдає 0,5 дм<sup>3</sup> молока?

391. Добове споживання F іонів дорослої людини становить приблизно 2,5 мг. Зі звичайною їжею надходить в організм приблизно 0,9 мг. Обчисліть об'єм (дм<sup>3</sup>) води, який повинен вживати людина за тиждень, якщо ГДК (F<sup>-</sup>) = 1,5 мг / дм<sup>3</sup> води. Определите содержание витамина В в рисовых отрубях, если из отрубей массой 1 т получают витамин В массой 10 г.

392. Для підтримки «норми» заліза в організмі застосовують яблука, вміст заліза в яких одно 2,2 мг / 100 г яблук. Обчисліть масу яблук, яку необхідно щодоби вживати сім'ї з п'яти осіб (добова потреба однієї людини становить 15 мг заліза).

393. Гранично допустима добова доза нітратів для людини становить 500 мг. Вміст нітратів у ранній моркви (до 1 вересня) дорівнює 40 мг / 100 г продукту. Чи небезпечно щоденне споживання 300 г моркви з цієї партії? Відповідь підтвердіть розрахунками.

394. Добова потреба одну дорослу людину становить 15 мг заліза. Зі звичайною їжею в організм надходить приблизно 9 мг заліза. Обчисліть масу яблук «антонівка», яку необхідно щодоби вживати одній людині для підтримки «норми» заліза, якщо вміст заліза в яблуках «антонівка» становить 2,2 мг / 100 г яблук.

395. Визначте масу насіння гарбуза, еквівалентну за вмістом фосфору в насінні соняшнику масою 200 г (вміст фосфору в насінні соняшнику становить 530 мг / 100 г, в гарбузовому насінні - 1 174 мг / 100 г).

396. Визначте масу суниці, еквівалентну за вмістом вітаміну С в чорній смородині масою 0,5 кг (вміст вітаміну С в суниці становить 60 мг / 100 г, в чорній смородині - 300 мг / 100 г).

397. Визначте масу червоної смородини, еквівалентну за вмістом вітаміну С в сушених плодах шипшини масою 2 кг (вміст вітаміну С у шипшині становить 1500 мг / 100 г, в червоній смородині - 30 мг / 100 г).

398. Обчисліть масу, яку потрібно взяти кропиви, щоб в ньому містилося стільки ж кальцію, як у часнику масою 10 г. (вміст кальцію в кропиві становить 200 мг / 100 г, в часнику - 180 мг / 100 г).

399. Вміст калію в 100 г сьомги одно 420 мг. Зі звичайною їжею в дитячий організм за добу надходить приблизно 300 мг цього елемента. Обчисліть масу сьомги, яку потрібно щодня з'їдати дитині, щоб заповнити дефіцит цього елемента, якщо добова потреба в калії становить 580 мг.

400. Селен (Se) - мікроелемент, його недолік викликає захворювання серцево-судинної системи і сприяє онкологічних захворювань, надлишок викликає гіперселеновий синдром (хвороба суглобів). Королем селенсодержащих рослин є часник, в 1 кг якого міститься 140 мкг Se. За добу доросла людина з'їдає 9 г часнику. На скільки відсотків задоволена потреба людини в селен, якщо добова потреба в цьому елементі становить 0,01 мг.

401. Обчисліть масу яловичої печінки, яку повинна щодня з'їдати сім'я з чотирьох чоловік, щоб заповнити добову норму вітаміну А, рівну 3,0 мг, враховуючи, що при термічній обробці втрачається приблизно 20% вітаміну А, а зміст його в 100 г печінки 7,5 мг.

402. Існує твердження «Щоб пізнати людину слід з ним з'їсти пуд солі». Багато це чи мало? Добова потреба дорослої людини в середньому становить 8,0 м

403. Визначте молекулярну формулу метафосу, який представляє собою хімічну сполуку з щільністю парів повітрям 7,55; масові частки хімічних елементів в його молекулі рівні ( $\omega, \%$ ): С - 38,36; Н - 4,57; Про - 36,53; Р - 14,15; інше - азот.

404. Визначте молекулярну формулу пестициду, якщо щільність його парів по кисню дорівнює 10,1, а в складі молекули перебувають ( $\omega, \%$ ): С - 44,72; Н - 1,24; Про - 9,94; інше - хлор. Які кислоти є найбільш розповсюдженими у складі харчових продуктів? Де зустрічаються щавлева, яблучна, лимонна, винна кислоти? Як їх отримують і застосовують?

405. Харчові кислоти та кислотність продуктів. Від чого залежить кислий смак харчових продуктів? Регулятори кислотності харчових систем.

406. Харчові гідрокси кислоти. Наведіть приклади. Для чого використовують 2-гідроксибутанову кислоту при виробництві желе, джемів, фруктових консервів?

407. Бурштинова кислота в харчовій сировині. Наведіть схему добування бурштинової кислоти. Для чого використовують сукцинати (солі бурштинової кислоти) при виробництві швидкорозчинних продуктів харчування?

408. Кислоти харчових продуктів. Їх роль у формуванні споживних властивостей продовольчих товарів. Яку гідрокси кислоту використовують для "виправлення" винного сула?

409. Вплив харчових кислот на якість харчових продуктів. Молочна кислота: добування, використання в харчовій промисловості. Яким чином додавання молочної кислоти в процесі випікання хліба підвищує його якість?

410. Наведіть синтетичний спосіб добування глютамінової кислоти. Яким чином використовують глютамінову кислоту та її солі (глутамати) в харчовій промисловості?

411. Для чого використовують солі мурашиної кислоти (форміати або метаноати) в харчовій промисловості? Наведіть реакцію промислового добування форміатів.

412. Моно- та поліненасичені карбонові кислоти. Наведіть приклади. Переваги ненасичених жирних кислот в харчуванні людини.

413. Застосування кислот у харчових технологіях. Вплив харчових кислот на якість харчових продуктів. В якості якої харчової добавки використовують оцтову (етанову) кислоту та її солі у виробництві харчових продуктів?

414. Чим зумовлена кислотність харчових продуктів? В яких одинцях виражають кислотність продуктів? Поняття про "загальну" та "активну" кислотність продуктів.

415. Окремі представники органічних кислот: сорбінова, бензенова. Їх будова та застосування в промисловості харчових продуктів.

416. Роль харчових кислот у формуванні споживних властивостей та якості продовольчих товарів. Дайте оцінку двохосновним харчовим кислотам

(щавлева, маленова, адипінова) на основі їх властивостей та застосування в харчовій промисловості.

417. Харчові кислоти в рослинній сировині. Наведіть приклади відповідних кислот та їх структурні формули. Харчові кислоти овочів, фруктів, ягід. Охарактеризуйте їх.

418. Наведіть синтетичний спосіб добування лимонної кислоти з кетену. З якою метою використовують цитрати в харчовому виробництві?

419. Вплив харчових кислот на якість харчових продуктів. З якою метою пропанову (пропіонову) кислоту та її солі додають при виробництві хліба, плавлених сирів?

420. Яку масу  $\text{Na}_2\text{PO}_4$  треба додати до 500 л води, щоб усунути її карбонатну твердість, що дорівнює 5 ммоль/л?

421. Які солі зумовлюють твердість природної води? Яку твердість називають карбонатною, некарбонатною? Як можна усунути карбонатну, некарбонатну твердість? Напишіть рівняння відповідних реакцій. Чому дорівнює твердість води, у 100 л якої міститься 14,632 г гідрокарбонату магнію?

422. Визначте карбонатну твердість води, якщо для реакції з гідрокарбонатом кальцію який міститься у 200 см<sup>3</sup> цієї води, потрібно 15 см<sup>3</sup>, 0,08н розчину  $\text{HCl}$ ?

423. У 1 літрі води міститься 36,47 мг іонів магнію та 50,1 мг іонів кальцію. Чому дорівнює твердість цієї води?

424. Яку масу карбонату натрію треба додати до 400 мл води, щоб усунути її твердість, що дорівнює 3 ммоль/л.

425. Вода, яка містить сульфат магнію, має твердість 7 ммоль/л. Яка маса сульфату магнію міститься у 300 л цієї води?

426. Знайдіть твердість води, якщо 600 л її містять 65,7 г гідрокарбонату магнію і 61,2 сульфату калію.

427. 220 л води містять 11 г сульфату магнію. Чому дорівнює твердість води?

428. Твердість води, у якій розчинено тільки гідрокарбонат кальцію, дорівнює 4 ммоль/л. Який об'єм 0,1 н розчину  $\text{HCl}$  потрібний для реакції з гідрокарбонатом кальцію, що міститься у 75 см<sup>3</sup> цієї води?

429. 1 м<sup>3</sup> води містить 140 г сульфату магнію. Визначте твердість цієї води.

430. Вода, що містить гідрокарбонат магнію, має твердість 3,5 ммоль/л. Яка маса гідрокарбонату магнію у 200 л цієї води?

431. До 1 м<sup>3</sup> твердої води додали 132,5 г карбонату натрію. Як зменшилася твердість води?



432. Чому дорівнює твердість води, якщо для її усунення до 50 л води потрібно додати 21,2 г карбонату натрію?
433. Яка маса  $\text{CaSO}_4$  міститься у 200 л води, якщо твердість, що зумовлена цією сіллю, дорівнює 8 ммоль/л?
434. Вода, яка містить тільки гідрокарбонат кальцію, має твердість 9 ммоль/л. Яка маса гідроген карбонату кальцію міститься у 500 л води?
435. Як іони треба усунути із природної води, щоб зробити її м'якою? Додавання яких іонів можна пом'якшити воду? Складіть рівняння відповідних реакцій. Яку масу  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  треба додати до 2,5 л води, щоб усунути її твердість, що дорівнює 4,43 ммоль/л?
436. Яку масу карбонату натрію треба додати до 0,1 м<sup>3</sup> води, щоб усунути твердість, що дорівнює 4 ммоль/л?
437. До 100 л твердої води додали 12,95 г гідроксиду кальцію. Як знизилася карбонатна твердість?
438. Чому дорівнює карбонатна твердість води, якщо в 1л її міститься 0,292 г гідрокарбонату магнію та 0,2025 г гідрокарбонату кальцію?
439. Яку масу гідроксиду кальцію треба додати до 275 л води, щоб усунути її карбонатну твердість, що дорівнює 5,5 ммоль/л?
440. При згорянні 1 моль жиру утворюється 57 моль вуглекислого газу і 54 моль води. Напишіть дві можливі формули жиру, утвореного кислотами з парним числом вуглецевих атомів.
441. Зразок жиру може вступити в реакцію з 0,4 моль водню. Продукт гідрування вступає в реакцію гідролізу з 0,6 моль  $\text{NaOH}$ , при цьому утворюється сіль тільки однієї кислоти, маса солі дорівнює 183,6 м. Обчисліть відносну молекулярну масу жиру і приведіть одну з можливих його формул.
442. Зразок жиру вступає в реакцію кислотного гідролізу. Маса продуктів гідролізу на 2,7 г більше маси вихідного жиру. В результаті гідролізу утворилася тільки одна кислота масою 38,4 г. Обчисліть молекулярну масив жиру і приведіть одну з можливих його формул.
443. Яку масу три стеарину необхідно, щоб добути гліцерин масою 9,2г ?
444. На гідрування три олеїну витратили водень об'ємом 33,6л. Яку масу жиру було взято
445. Йодное число - число грамів йоду, що приєдналася до 100г жиру. Маргарин - твердий харчовий продукт, одержуваний вичерпним каталітичним гідруванням рідких (ненасичених) рослинних масел. Скільки літрів водню піде на виробництво маргарину з 1кг олії з йодним числом 50?
446. Зразок соєвого масла містить в складі триацилглицеринов 15% насичених кислот, 25% олеїнової, 50% лінолевої і 10% ліноленової кислот. Яку

консистенцію матиме продукт, якщо при гідруванні 100г цього масла поглинулося 2л водню при нормальних умовах? Прийміть усереднену молекулярну масу триацилглицеринів, рівну 870, а йодне число - 130. Напишіть схему реакції неповного гідрування 1,2-діліноленол-3-олеолглицерина при взаємодії з 2 моль водню.

447. Триацилглицерини оливкової соняшникової та лляного масел містять практично однакову кількість насичених (8-14%) і ненасичених (86-92%) жирних кислот, проте їх йодні числа помітно різняться: 75-94, 110-144 і 174-184 відповідно. У тому ж ряду знижується і температура застигання названих масел. Поясніть ці факти

448. Який об'єм розчину гідроксиду натрію з масовою часткою NaOH 15% і щільністю 1,16 г / см<sup>3</sup> потрібно для реакції з розчином гліцину масою 10 г з масовою часткою амінокислоти 6%?

449. При гідролізі деякого жиру отримані гліцерин, пальмітинова і олеїнова кислоти. Які триацилглицерини можуть входити до складу даного жиру?

450. При повному гідролізі деякого триацилглицерина отримана суміш, що складається з гліцерину, масляної, стеаринової і олеїнової кислот. Визначте будову вихідного триацилглицерина.

451. Один із сортів маргарину містить тристеарат масовою часткою 60% і триолеат - 40%. Який об'єм водню, вимірний за нормальних умов, буде потрібно для отримання даного сорту маргарину масою 1 т з триолеат?

452. Стеарат калію - важливий компонент рідкого мила. Яка маса гідроксиду калію і тристеарат потрібно для отримання стеарата калію масою 100 кг, якщо вихід продукту становить 90% через виробничих втрат?

453. При гідролізі деякого жиру масою 12,09 гполучілі граничну одноосновних карбонову кислоту масою 11,52 г і гліцерин. Визначте формулу жиру і назвіть його.

454. Яку масу водню може приєднати 1 моль жиру, до складу якого в рівних кількостях входять насичені жирні кислоти і ненасичені жирні кислоти, що містять одну подвійну зв'язок?

455. Склад жиру виражений формулою C<sub>55</sub>H<sub>96</sub>O<sub>6</sub>. Визначте число подвійних зв'язків в його молекулі. Яка кількість водню може приєднати 2 моль цього жиру?

456. Яку масу гліцерину можна отримати із 500 г тристеарата? Вихід гліцерину дорівнює 85%.

457. Розрахуйте число омилення для тріпальмітата, тристеарат, пальмітоацетоллауріната. Написати рівняння реакцій омилення.

458. Написати формулу ліпіда, в результаті кислотного гідролізу якого утворюються пальмітинова кислота і церіловий спирт ( $C_{26}H_{53}OH$ ). До якого типу ліпідів він відноситься?

459. Написати рівняння окислення олеїнової кислоти перманганатом калію в кислому і в нейтральному середовищі і назвати продукти обох реакцій.

460. Для тріацілгліцеріна, що містить послідовно залишки пальмітинової, лінолевої і ліноленої кислот: 1) скласти формулу і дати назву по м. Н.; 2) написати рівняння реакції лужного гідролізу та розрахувати число омилення ліпіда; 3) написати рівняння реакції гідрогенізації і назвати продукт по м. Н.; 4) написати рівняння реакції йодування і розрахувати йодне число ліпіда.

461. Скільки літрів водню піде на виробництво 5 кг маргарину з рослинної олії масою, і йодним числом 50

462. Показник заломлення молочною жиру при  $50^{\circ}C$  - 1,4545; оптична щільність дорівнює 0,240. Знайти оптичне число. Розрахувати йодне число жиру

463. Навішування жиру склала 0,2 г Обсягу розчину  $Na_2S_2O_3$ , який пішов на титрування контролю -  $20,2\text{ см}^3$ , досвіду -  $5,6\text{ см}^3$ . Розрахувати йодне число

464. Навішування жиру склала 3,4 г; обсяг розчину гідроксиду калію, який пішов на титрування 2,3 мл. Визначте кислотне число жиру

465. Розрахувати жирність вершків, які виходять при сепарування молока жирністю 3,5% і виході вершків 15%.

466. Определіть вихід вершків, які виходять при сепарування молока жирністю 3,9%, якщо жирність вершків дорівнює 30%.

467. Визначити, який жирності має бути молоко для отримання вершків жирністю 25% при виході 10%.

468. Попередньо видаляють жир екстрагуванням бензином. ісушівають в сушильній шафі і обережно прожарюють в муфелі при слабо червоному калі. Після чого охолодженням в ексікаторі, зважуємо с 10-15 г масла відважують з точністю до 0,001 г в порцелянову чашку з носиком або тигель і нагрівають до плавлення масла і при помішуванні скляною паличкою розчиняють жир в 25-30мл бензину. Цей шар декантирують через беззольний фільтр. Висушений при температурі  $102-105^{\circ}C$  залишок масла після охолодження переносять в той же фільтр скляною паличкою, обмиваючи чашку бензином. Фільтр поміщають у зважений з точністю до 0,0005г фарфоровий тигель і в точністю до 0,0005г Розрахувати зольність масла, якщо маса золи становить 0,0043 г. Навести класифікацію ліпідів за складом і дати характеристику їх основних груп.

469. Навести класифікацію фосфоліпідів, охарактеризувати їх властивості.

470. Навести приклади використання триацилгліцеринів у виробництві продуктів харчування.
471. Дати характеристику процесів перетворення ліпідів у харчовій сировині та продукції, пов'язаних з їх псуванням.
472. Дати характеристику процесів перетворення ліпідів у харчовій сировині та продукції під час переробки та зберігання, пов'язаних з впливом підвищеної температури.
473. Дати характеристику процесів перетворення ліпідів у харчовій сировині та продукції під час переробки та зберігання, пов'язаних з дією кисню.
474. Дати характеристику процесів перетворення ліпідів у харчовій сировині та продукції під час переробки та зберігання, пов'язаних з дією кисню під впливом підвищеної температури.
475. Дати характеристику процесу автоокиснення жирів.
476. Дати характеристику процесів термоокиснення і термopolімеризації жирів.
477. Дати характеристику видів псування жирів (прокисання, згіркнення, осалювання).
478. Дати коротку характеристику способам виділення, очищення та стабілізації ліпідів.
479. Наважку розплавленого жиру птаха масою 0,9876 г розчинили у попередньо нейтралізованій спиртово-ефірній суміші і швидко відтитрували у присутності фенолфталеїну 0,1000 М ( $k=0,924$ ) розчином калій гідроксиду, витративши 3,50 мл. Розрахувати кислотне число жиру у міліграмах калій гідроксиду і визначте, чи є жир птаха свіжим.
480. Наважку жиру від охолодженої тушки курчати масою 0,5283 г помістили у конічну колбу з притертою кришкою і розплавляли на водяній бані, додали хлороформ, льодяну оцтову кислоту і свіжо виготовлений насичений розчин калій йодиду, перемішали і залишили у темному місці. Через п'ять хвилин вміст колби відтитрували 0,0020 М ( $k=1,0254$ ) розчином натрій триоксотіосульфату у присутності 1% розчину крохмалю. Розрахувати перекисне число жиру у відсотках йоду, якщо на титрування проби було витрачено 4,10 мл  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , а на титрування контрольної проби – 0,04 мл того ж розчину. Зробити висновок про свіжість жиру.
481. Визначити фракції ліпідів соняшникової олії, ідентифіковані методом тонкошарової хроматографії, якщо проявлені плями на хроматографічній пластинці з силікагелю знаходяться на відстані 110 мм і 144 мм від лінії старту, а відстань, пройдена фронтом розчинника гексан:діетиловий етер:оцтова кислота (80:17:3) складає 200 мм. Відповідь обґрунтувати.

482. Визначити фракції ліпідів соняшникової олії, ідентифіковані методом тонкошарової хроматографії, якщо проявлені плями на хроматографічній пластинці з силікагелю знаходяться на відстані 43 мм і 48 мм від лінії 35 старту, а відстань, пройдена фронтом розчинника гексан:діетиловий етер:оцтова кислота (80:17:3) складає 198 мм. Відповідь обґрунтувати.

483. Визначити фракції ліпідів харчового емульгатору, одержаного на основі соняшникової олії, ідентифіковані методом тонкошарової хроматографії, якщо проявлені плями на хроматографічній пластинці з силікагелю знаходяться на відстані 6 мм і 143 мм від лінії старту, а відстань, пройдена фронтом розчинника гексан:діетиловий етер: оцтова кислота (80:17:3) складає 198 мм. Відповідь обґрунтувати.

484. Визначити фракції ліпідів харчового емульгатору, одержаного на основі соняшникової олії, ідентифіковані методом тонкошарової хроматографії, якщо проявлені плями на хроматографічній пластинці з силікагелю знаходяться на відстані 6,5 мм, 29 мм, 43 мм, 74 мм від лінії старту, а відстань, пройдена фронтом розчинника гексан:діетиловий етер: оцтова кислота (80:17:3) складає 195 мм. Відповідь обґрунтувати.

485. Обґрунтувати груповий склад ліпідів харчового емульгатору, одержаного на основі соняшникової олії, визначений методом тонкошарової хроматографії у системі гексан:діетиловий етер: оцтова кислота (80:17:3), якщо на хроматографічній пластинці з силікагелю було виявлено 7 плям: на старті, відстані 5,5 мм, 29 мм, 47 мм, 75 мм, 109 мм, 143 мм від лінії старту. Відстань, пройдена фронтом розчинника складає 196 мм. Відповідь обґрунтувати.

486. Під час визначення групового складу ліпідів соняшникової олії методом тонкошарової хроматографії у системі гексан:діетиловий етер:оцтова кислота (80:17:3) на хроматографічній пластинці з силікагелю було виявлено 5 плям: на старті, відстані 47 мм, 78 мм, 111 мм, 145 мм від лінії старту. Відстань, пройдена фронтом розчинника складає 200 мм. Обґрунтувати груповий склад ліпідів дослідженого зразка соняшникової олії

## **ДОДАТКИ**

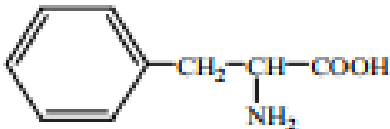
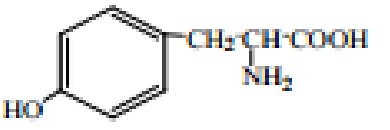
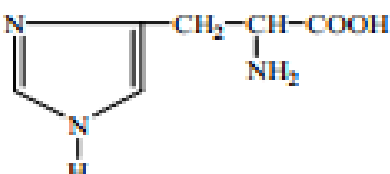
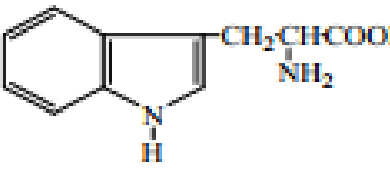
### **Загальні відомості про білки**

#### *Додаток 1*

#### *Найважливіші амінокислоти білків*

№	Тривіальна назва	Скорочене позначення		Формула
		російське	англійське	
<b>Аліфатичні</b>				
1	Гліцин	Гли	Gly	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
2	Аланін	Ала	Ala	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$
3	Валін	Вал	Val	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C-CH-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
4	Лейцин	Лей	Leu	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
5	Ізолейцин	Иле	Ile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
6	Серин	Сер	Ser	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$
7	Треонін	Тре	Thr	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$
8	Цистеїн	Цис	Cys	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$
9	Метіонін	Мет	Met	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{S-CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$

*продовження таблиці*

№	Тривіальна назва	Скорочене позначення		Формула
		російське	англійське	
10	Аспарагінова кислота	Асп	Asp	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
11	Глутамінова кислота	Глу	Glu	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
12	Аспарагин	Асп	Asn	$\text{NH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
13	Глутамін	Глн	Gln	$\text{NH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
14	Лізин	Лиз	Lys	$\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
15	Аргінін	Арг	Arg	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{HN}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NH}_2 \\ \searrow \text{NH} \end{array} \\ \qquad \qquad \qquad   \\ \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$
<b>Ароматичні</b>				
16	Фенілаланін	Фен	Phe	
17	Тирозин	Тир	Tyr	
<b>Гетероциклічні</b>				
18	Гістидин	Гис	His	
19	Триптофан	Трп	Trp	

*продовження таблиці*

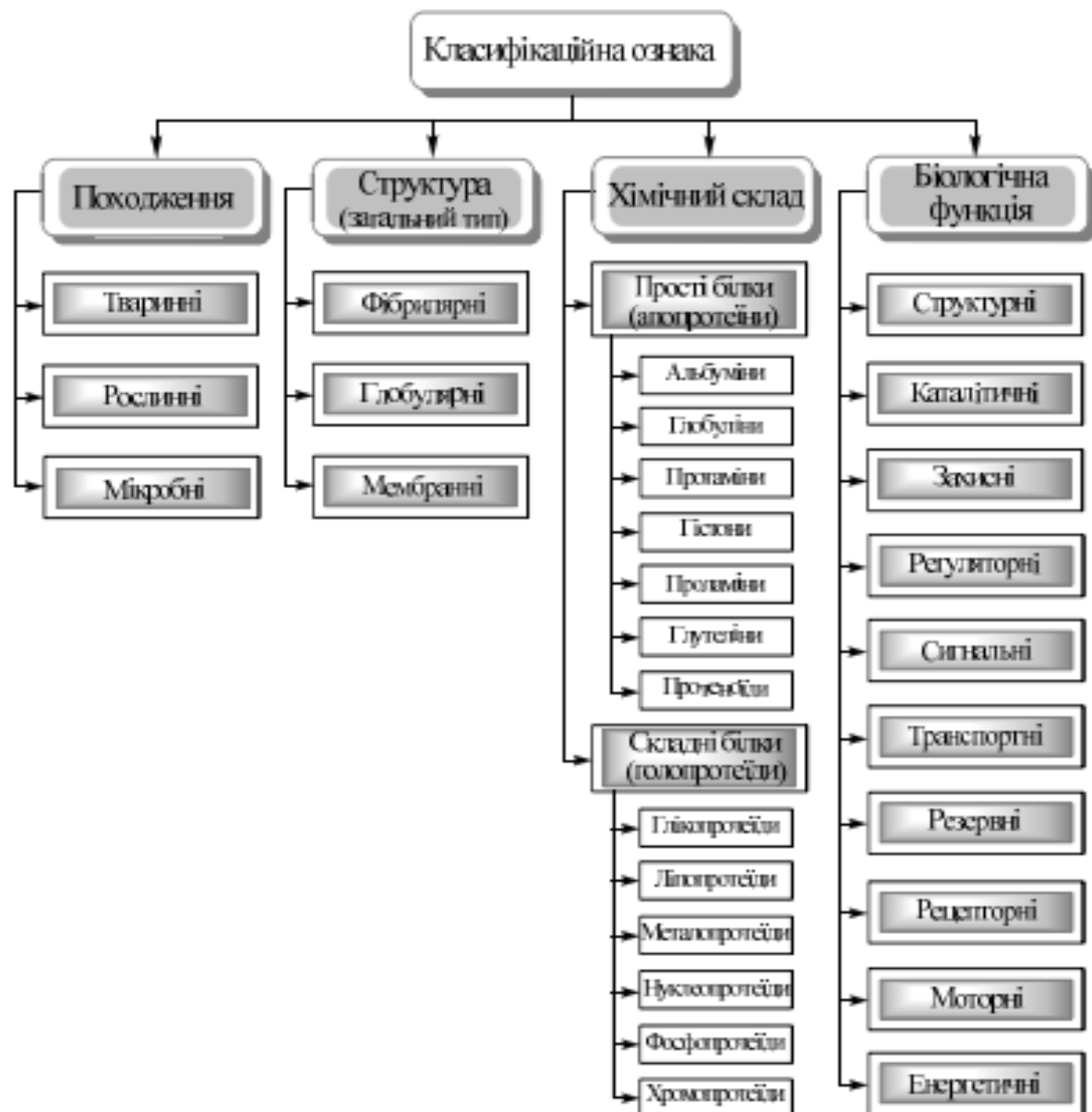


№	Тривіальна назва	Скорочене позначення		Формула
		російське	англійське	
20	Пролін	Про	Pro	

*Амінокислотна шкала й добова потреба в незамінних амінокислотах у різному віці*

Амінокислоти	Еталонний білок, мг/г білка	Діти 2...5 років	Діти 10...12 років	Підлітки	Дорослі
		мг/кг маси тіла в добу			
Ізолейцин (Ile)	40	28	28	13	10
Лейцин (Leu)	70	66	44	19	14
Лізин (Lys)	55	58	44	16	12
Метіонін + цистеїн (Met+ Cys)	35	25	22	17	13
Фенілаланін + тирозин (Phe+ Tyr)	60	63	22	19	14
Треонін (Thr)	40	34	28	9	7
Триптофан (Trp)	10	11	9	5	3,5
Валін (Val)	50	35	25	13	10

*Класифікація білків*



*Класифікація та окремі представники білків*

Класифікаційна ознака	Назва класу білків	Окремі представники	Знаходження в рідинах організму та сировині природного походження
Походження білків	Тваринні	лактоальбумін, овоальбумін, сероальбумін, міозин, актин, міоген, колаген	сироватка крові, молоко, яйця, м'ясо
	Рослинні	гліадин, зеїн, гордеїн, авенін, оризин, кафірин, глютелін, оризенін, лейкозин, легумелін	насіння злаків, зелені частини рослин
	Мікробні	актин, вінкулін, фібронектин, белки-нуклеатори	м'язи тварин, кров
Структура (загальний тип)	Фібрилярні білки	кератини, колагени, фіброїни шовку	сьомга, м'ясо, шкіра
	Глобулярні білки	альбуміни, глобуліни, гістони, проламіни, протаміни, глютеліни	сироватка крові хребетних тварин і людини; зерно злаків; насіння соняшника, льону, бавовнику та бобових рослин; молоко; яйця; печінка, селезінка, нирки, зобна залоза; молоки сьомги, оселедця
	Мембранні білки	інтегрин, кадгерин, селектин	біологічні мембрани клітин

Продовження таблиці

Класифікаційна ознака	Назва класу білків	Окремі представники	Знаходження в рідинах організму та сировині природного походження
Хімічний склад	Прості білки (апопротеїни)		
	альбуміни	альбумін молока, яєчний альбумін, альбумін сироватки крові	сироватка крові, молоко, яйця
	глобуліни	$\beta$ -лактоглобулін, імуноглобуліни	сироватка крові хребетних тварин і людини, молоко
	протаміни	скумбрин, клумін, есальмін	скумбрія, молоки оселедця, молоки семги, печінка, селезінка, нирки, зобна залоза
	гістони	H1, H2A, H2B, H3, H4	печінка, селезінка, нирки, зобна залоза
	проламіни	гліадин, зеїн, гордеїн, авенін, оризін, кафірин	насіння злаків, зелені частини рослин
	глутеліни	глютенін, оризерин	насіння злаків, зелені частини рослин
	протеноїди	кератини, колагени, фіброїни шовку	сьомга, м'ясо, шкіра

Продовження таблиці

Класифікаційна ознака	Назва класу білків	Окремі представники	Знаходження в рідинах організму та сировині природного походження
	Складні білки (голопротеїди)		
	глікопротеїди	трансферин, церулоплазмін, транс-кортин, імуноглобуліни; хондроїтинсульфати, дерматансульфат, гепарин	плазма крові, сироватка крові тварин та людини; міжклітинна речовина сполучної тканини, шкіра, хрящі, сухожилля, клапани серця, печінка
	ліпопротеїди	хіломікрони, ЛПДНГ, ЛПСГ, ЛПНГ, ЛПВП	рослини, тканини тварин, мікроорганізми, плазма крові
	металопротеїди	феритин, трансферин, гемосидерин, церулоплазмін, пластоціанін, гемоціанін, гемеритрин, гемованадин	кістковий мозок, печінка, селезінка, сироватка крові
	нуклеопро-теїди	хроматин, ДНП, рРНП, мяРНП, мРНП	клітинні ядра, мітохондрії, цитоплазма
	фосфопротеїди	казеїн, вітелін, вітеленін, фосвітін, овальбумін, іхтулін	молоко, жовток курячого яйця, білок курячого яйця, ікра риб
	хромопротеїди	гемоглобін та його похідні, міоглобін, ферменти (цитохроми, каталаза, пероксидаза), ферредоксин-редуктаза	еритроцити хребетних, м'язи, мембрани інтегральних білків, мембрани мітохондрій

Продовження таблиці

Класифікаційна ознака	Назва класу білків	Окремі представники	Знаходження в рідинах організму та сировині природного походження
Біологічна функція	Структурні білки	колаген, кератин, еластин	хрящі, сухожилля, зв'язки, шкіра, кістки, сполучна і покривна тканина, волосся, пір'я, роги, внутрішні оболонки артерій і вен
	Каталітичні білки	каталаза, пероксидаза	у рідких середовищах людини, тварин і рослин; печінка; нирки
	Захисні білки	імуноглобуліни, білки комплементу, інтерферон	сироватка крові хребетних тварин і людини
	Регуляторні білки	кальмодулін, убіквітин	цитоплазма, клітини живих організмів
	Сигнальні білки	білки-гормони, цитокіни, фактори росту	підшлункова залоза, клітини імунної системи, неспеціалізовані клітини
	Транспортні білки	гемоглобін, міоглобін, феритин, трансферин, гемосидерин, церулоплазмін, пластоціанін	кров, плазма, м'язова тканина великої рогатої худоби, кістковий мозок, печінка, селезінка
	Резервні білки	овоальбумін, казеїн, феритин, гліадин, цеїн, туберин	яйця, молоко, селезінка, пшениця, маїс, картопля
	Рецепторні білки	родопсин, кальмодулін	палички сітківки ока, нем'язові і гладком'язові клітини
	Моторні білки	міозин, кінезин, дінеїн	м'язи тварин, мозок крупної рогатої скотини, цитоплазма
	Енергетичні білки	гліадин, зеїн	насіння злаків, зелені частини рослин

*Характеристика білків харчової сировини*

Назва харчової сировини	Назви деяких білків, що входять до складу сировини	Характеристика білка за різними класифікаційними ознаками та біологічною цінністю			
		походження білків	біологічна цінність	структура (загальний тип)	хімічний склад
Пшениця, жито	гліадин	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (проламін)
	глютенін	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (глутелін)
	лепкозин	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (альбумін)
Кукурудза	зеїн	рослинний	неповноцінний	поліморфний	простий (проламін)
	глютенін	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (глутелін)
Ячмень	гордеїн	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (проламін)
	лепкозин	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (альбумін)
Вівсо	авенін	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (проламін)
Рис	оризенін	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (проламін)
Сорго	кафірін	рослинний	неповноцінний	глобулярний	простий (проламін)
Горох	легумін	рослинний	повноцінний	глобулярний	простий (глобулін)
Квасоль	фазеолін	рослинний	повноцінний	глобулярний	простий (глобулін)

*продовження таблиці*

Назва харчової сировини	Назви деяких білків, що входять до складу сировини	Характеристика білка за різними класифікаційними ознаками та біологічною цінністю			
		походження білків	біологічна цінність	структура (загальний тип)	хімічний склад
Куряче яйце	овоальбумін	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (альбумін)
	ліповітелін	тваринний	повноцінний	глобулярний	складний (фосфопротеїд)
	ліветин	тваринний	повноцінний	глобулярний	складний (фосфопротеїд)
	фосвітін	тваринний	повноцінний	глобулярний	складний (фосфопротеїд)
Скумбрія	скумбрін	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (протамін)
	міоглобін	тваринний	повноцінний	глобулярний	складний (хромопротеїд)
	гемоглобін	тваринний	повноцінний	глобулярний	складний (хромопротеїд)
	цитохром С	тваринний	повноцінний	глобулярний	складний (хромопротеїд)
Ікра риб	іхтулін	тваринний	повноцінний	глобулярний	складний (фосфопротеїд)
Молоки оселедця	клумін	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (протамін)
Молоки семги	есальмін	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (протамін)

*продовження таблиці*



Назва харчової сировини	Назви деяких білків, що входять до складу сировини	Характеристика білка за різними класифікаційними ознаками та біологічною цінністю			
		походження білків	біологічна цінність	структура (загальний тип)	хімічний склад
Коров'яче молоко	казеїни	тваринні	повноцінні	глобулярний	складні (фосфопротеїди)
	α-лактоальбумін	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (альбумін)
	β-лактоглобулін	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (глобулін)
	імуноглобуліни	тваринні	повноцінний	глобулярні	прості (глобуліни)
М'ясо	міоген	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (альбумін)
	міоглобін	тваринний	повноцінний	глобулярний	складний (хромопротеїд)
	міоальбумін	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (альбумін)
	глобулін	тваринний	повноцінний	глобулярний	простий (глобулін)
	міозин	тваринний	повноцінний	фібрилярний	простий
	актин	тваринний	повноцінний	глобулярний, фібрилярний	простий
	актоміозин	тваринний	повноцінний	фібрилярний	простий
	тропоміозин	тваринний	неповноцінний	фібрилярний	простий
	колаген	тваринний	неповноцінний	фібрилярний	простий (протеноїд)
	еластин	тваринний	неповноцінний	фібрилярний	простий (протеноїд)

*Молекулярні маси і ІЕТ деяких білків*

Білок	Молекулярна маса, тис. од.	ІЕТ
Інсулін	6,0	-
Цитохром с	13,0	10,6
Кінський міоглобін	17,0	7,0
Альбумін молока	17,4	6,9
Ячний альбумін	40,0	6,9
Гемоглобін людини	68,0	6,4-7,2
Сироватковий γ-глобулін	160,0	5,6
Каталаза	250,0	5,6
Уреаза (із сої)	480,0	5,1
Тиреоглобулін	660,0	-
Актоміозин	5000,0	-

*Масова частка білка й вміст незамінних амінокислот у продуктах*

Харчовий продукт	Білок, %	Незамінні амінокислоти, мг/100 г продукту									
		He	Leu	Lys	Met	Cys	Phe	Tyr	Thr	Trp	Val
Горбуша солоня	21	937	1712	2016	545	260	959	480	1130	215	1229
Ікра осетрова	28,9	1986	2832	2312	635	433	1445	1300	1618	317	1878
Какао-порошок	12,9	530	800	530	150	230	730	530	445	160	750
Картопля	2	86	128	135	26	23	98	90	97	28	122
Крупа гречана	12,6	460	745	530	320	330	592	430	400	180	590
Крупа манна	10,3	450	810	255	155	220	540	270	315	110	490

*продовження таблиці*

Харчовий продукт	Білок, %	Незамінні амінокислоти, мг/100 г продукту									
		Ile	Leu	Lys	Met	Cys	Phe	Tyr	Thr	Trp	Val
Крупа пшоняна	11,5	430	1534	288	296	180	580	410	400	180	470
Крупа рисова	7,0	330	620	260	160	137	370	290	240	100	420
Масло вершкове	0,8	25	47	28	11	6	26	26	30	27	26
Молоко	3,2	189	283	261	83	26	175	184	153	50	191
Сир Російський	23	970	1930	1530	540	210	1220	1350	920	660	1690
Хліб житній	6,62	248	427	223	93	130	371	180	198	80	322
Хліб пшеничний	7,59	318	594	189	114	147	368	187	231	74	348

*Функціонально-технологічні властивості білків*

Харчові продукти	Окремі представники білків	Функціонально-технологічні властивості білків
М'ясні продукти	міозин, актин, актоміозин	вологозв'язуюча здатність, гелеутворююча здатність, емульгуюча здатність, смакові властивості
	білки саркоплазми	вологозв'язуюча здатність
	колаген	стабілізація структури, емульгуюча здатність
Молочні продукти	казеїни, сироваткові білки	вологозв'язуюча здатність, гелеутворююча здатність, емульгуюча здатність, загущення, створення консистенції, стабілізація консистенції, смакові властивості

*продовження таблиці*

Харчові продукти	Окремі представники білків	Функціонально-технологічні властивості білків
Хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби, заморожене тісто	альбумін, глобулін, протеза, глютенін, гліадин	вологозв'язуюча здатність, жирозв'язуюча здатність, емульгування, піноутворення
Майонези та інші емульговані соуси	овоальбумін, овоглобулін, лізоцим, вітелін, фосфатин, казеїни, сироваткові білки	емульгування, загущення, смакові властивості
Цукристі кондитерські вироби	альбумін, глобулін, протеза, глютенін, гліадин, казеїни, сироваткові білки, овоальбумін, лізоцим	емульгування, збільшення в'язкості, гелеутворення, піноутворення, стабілізація піни
Маргарини, спреди, пасти	казеїни, сироваткові білки, альбумін	емульгування, смакові властивості
Напої	казеїни, сироваткові білки, овоальбумін, овоглобулін, лізоцим, вітелін	розчинність у воді, регулювання в'язкості

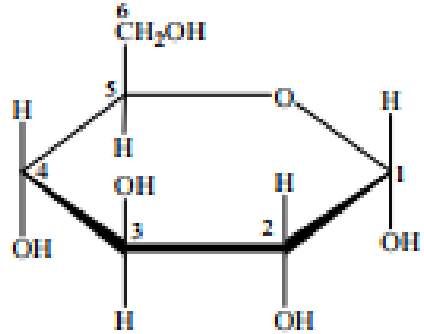
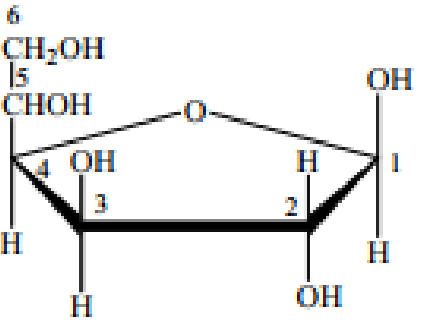
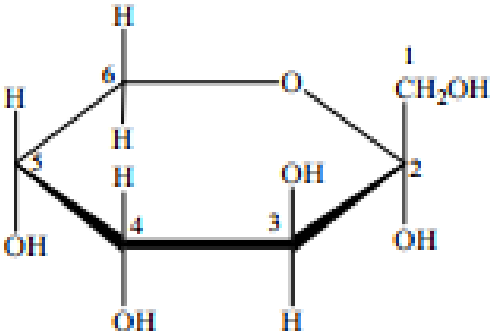
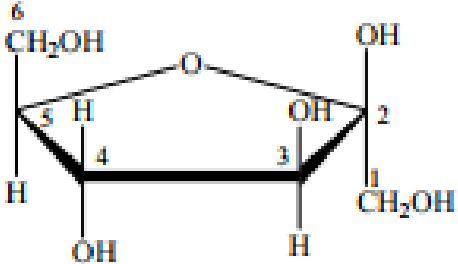
## Будова та деякі хімічні властивості вуглеводів

### Додаток 2

#### Лінійні форми деяких моносахаридів

Гексози			
D-глюкоза	D-манноза	D-галактоза	D-фруктоза
Пентози			
D-арабіноза	D-ксилоза	D-рибоза	D-дезоксирибоза

*Циклічні форми деяких моносахаридів*

Структура Хеуроца	Назва форми моносахариду
	<p><math>\alpha</math>-D-глюкопіраноза</p>
	<p><math>\beta</math>-D-глюкофураноза</p>
	<p><math>\alpha</math>-D-фруктопіраноза</p>
	<p><math>\beta</math>-D-фруктофураноза</p>

продовження таблиці

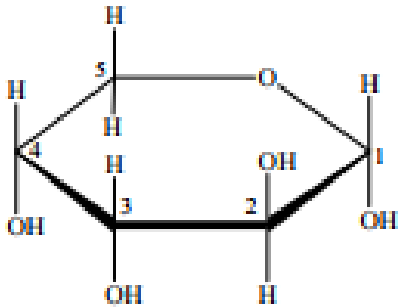
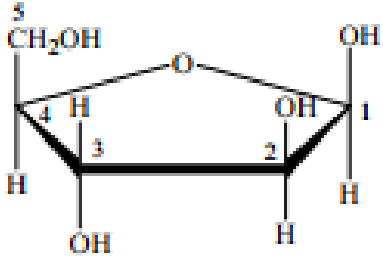
Структура Хеуорса	Назва форми моносахариду
	$\alpha$ -D-арабінопіраноза
	$\beta$ -D-арабінофураноза

Схема карамелізації глюкози

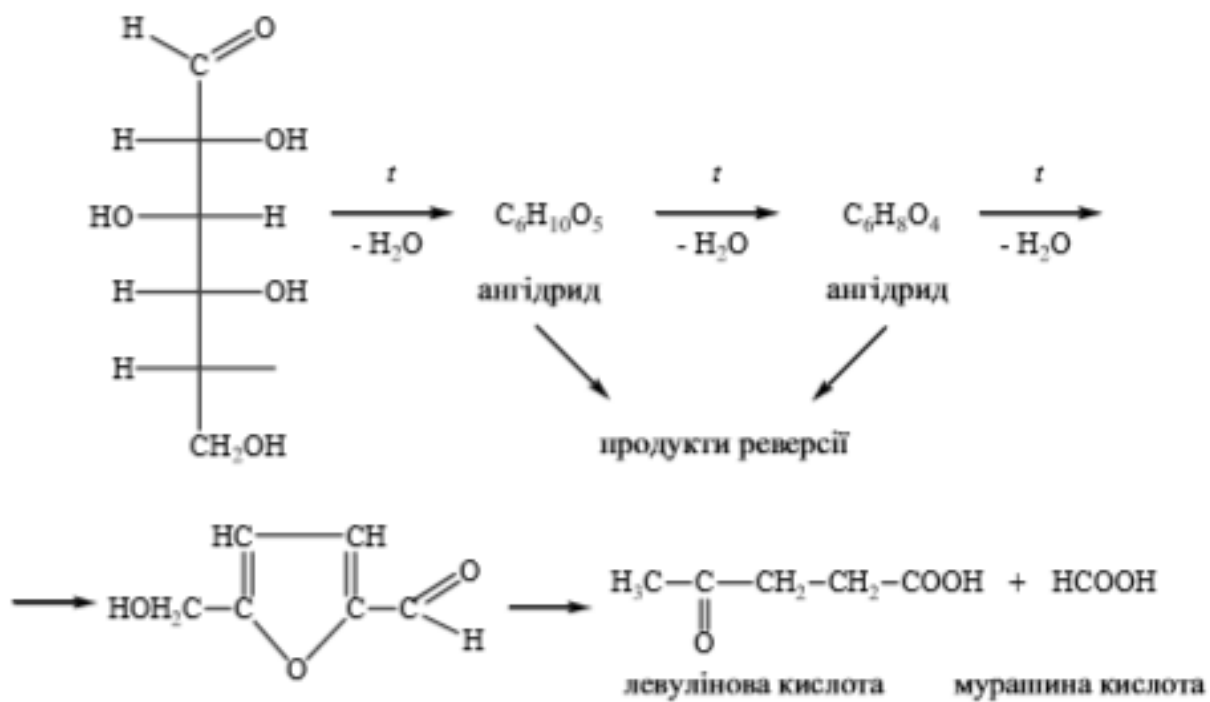
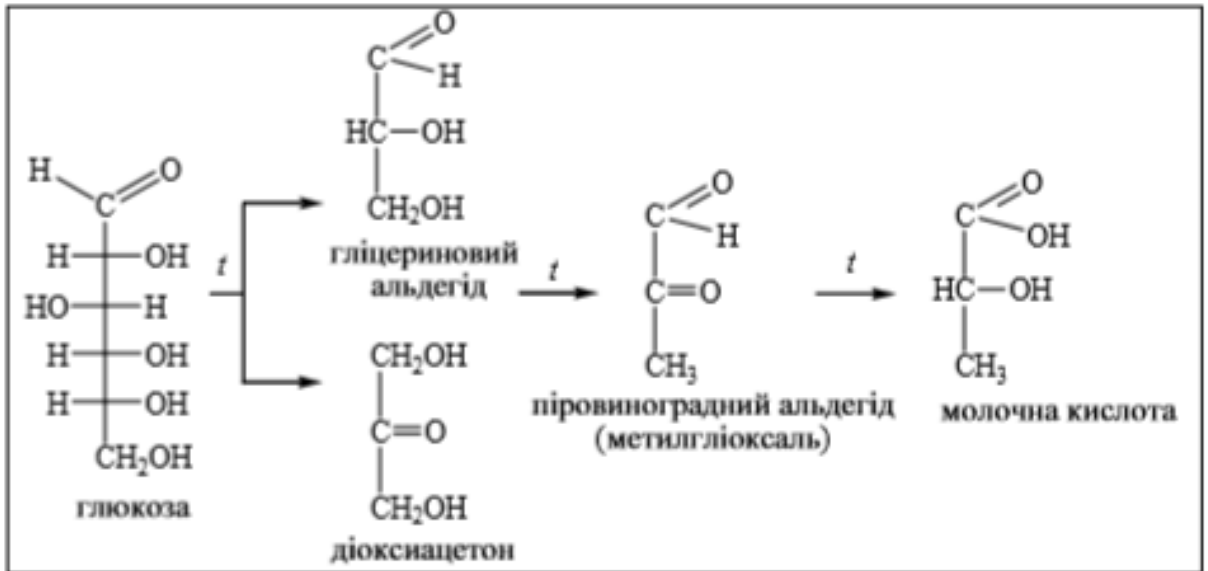


Схема утворення летких продуктів термічного розкладу глюкози



*Структурна формула карамелі*

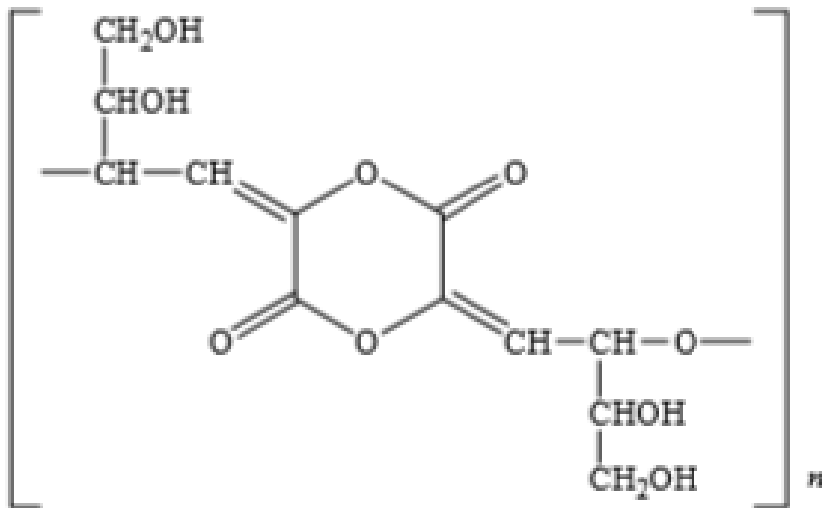




Схема першої стадії меланоїдиноутворення — утворення сахарамінного комплексу і розкладу його вуглеводної частини

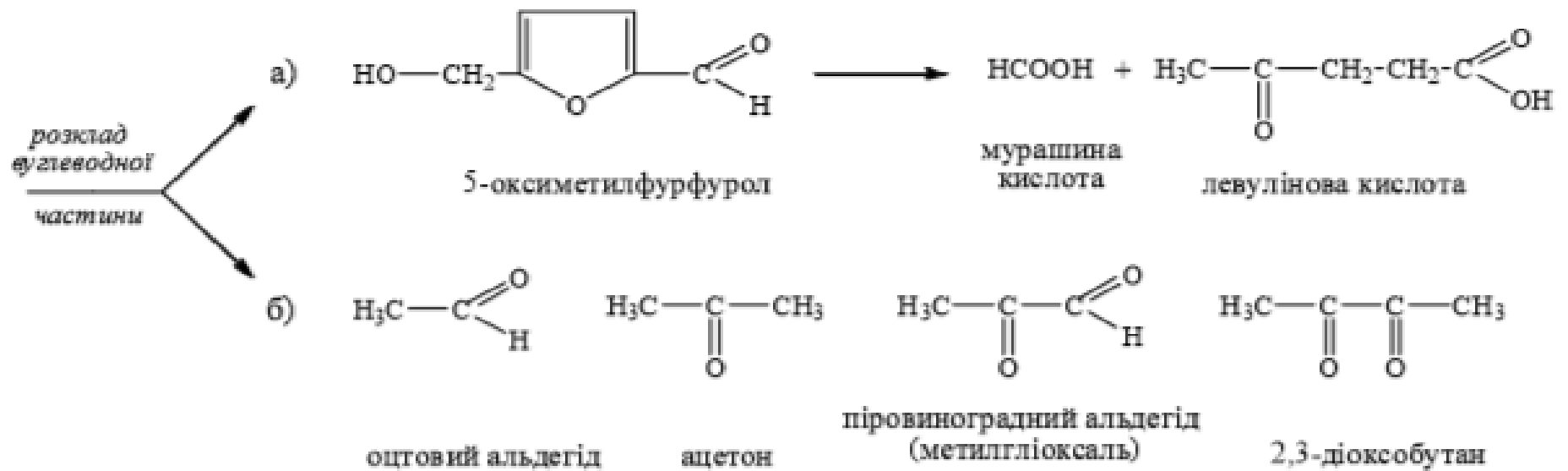
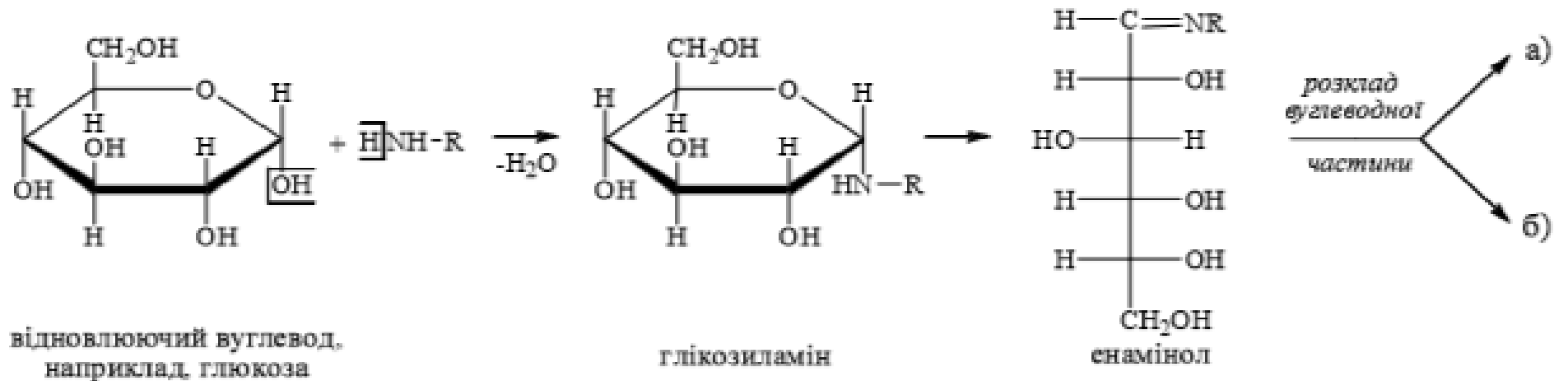
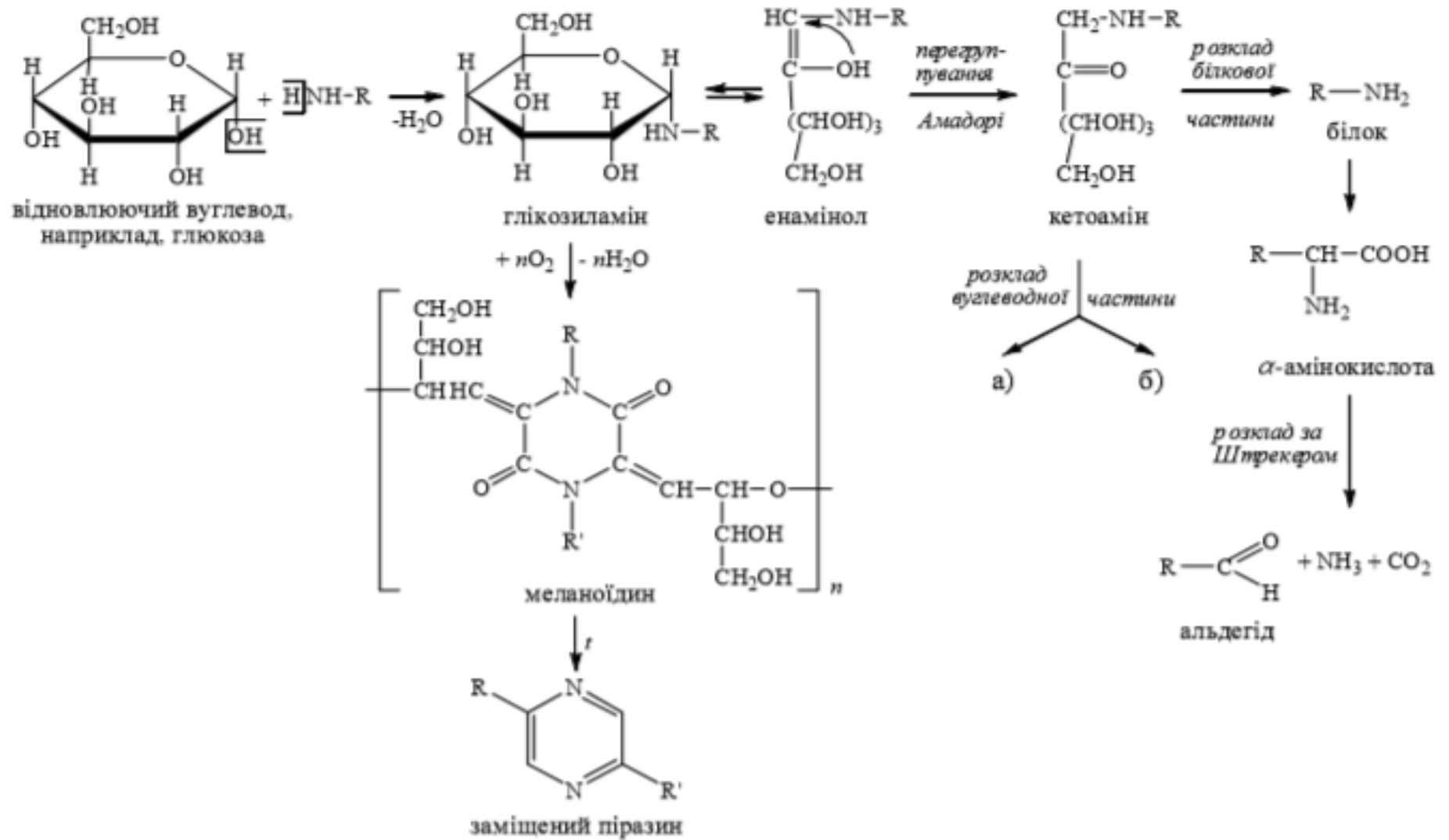


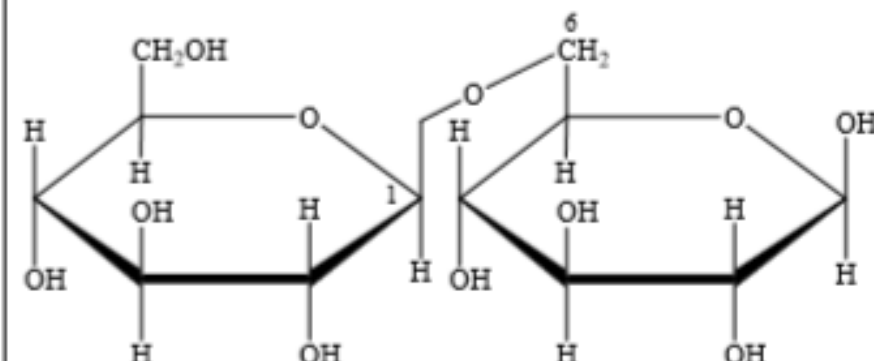
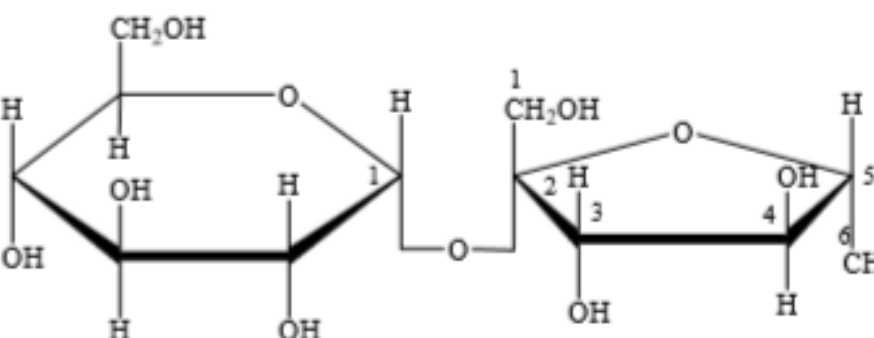
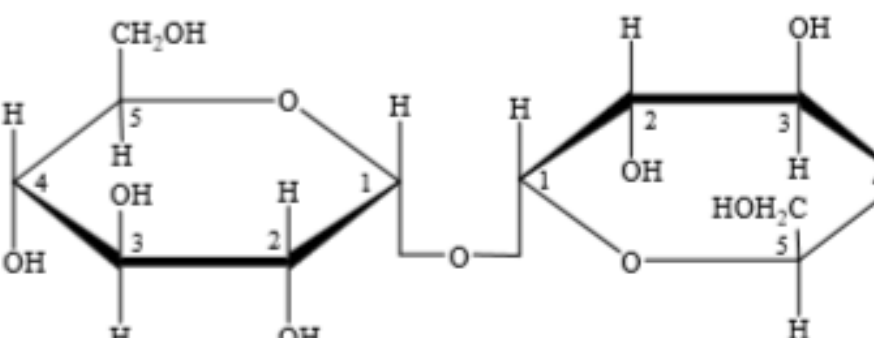
Схема реакції меланоїдиноутворення



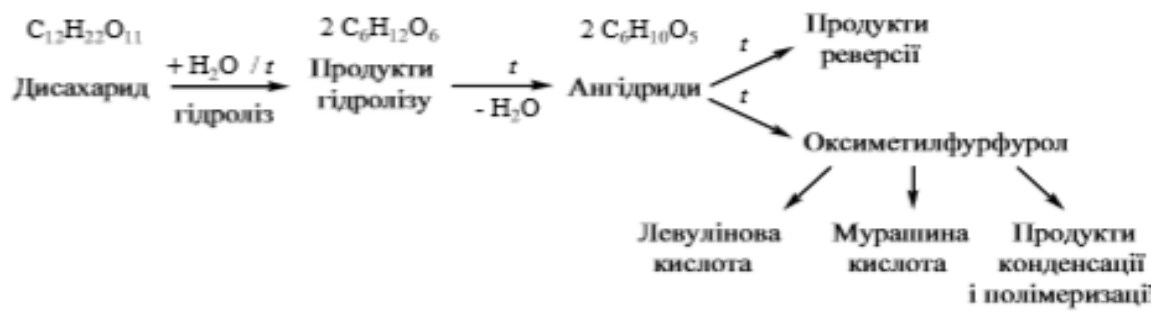
Циклічні форми деяких дисахаридів

Відновлюючі дисахариди	
Мальтоза	4-( $\alpha$ -D-глюкопіранозидо)- $\alpha$ -D-глюкопіраноза
Целобіоза	4-( $\beta$ -D-глюкопіранозидо)- $\beta$ -D-глюкопіраноза
Лактоза	4-( $\beta$ -D-галактопіранозидо)- $\alpha$ -D-глюкопіраноза

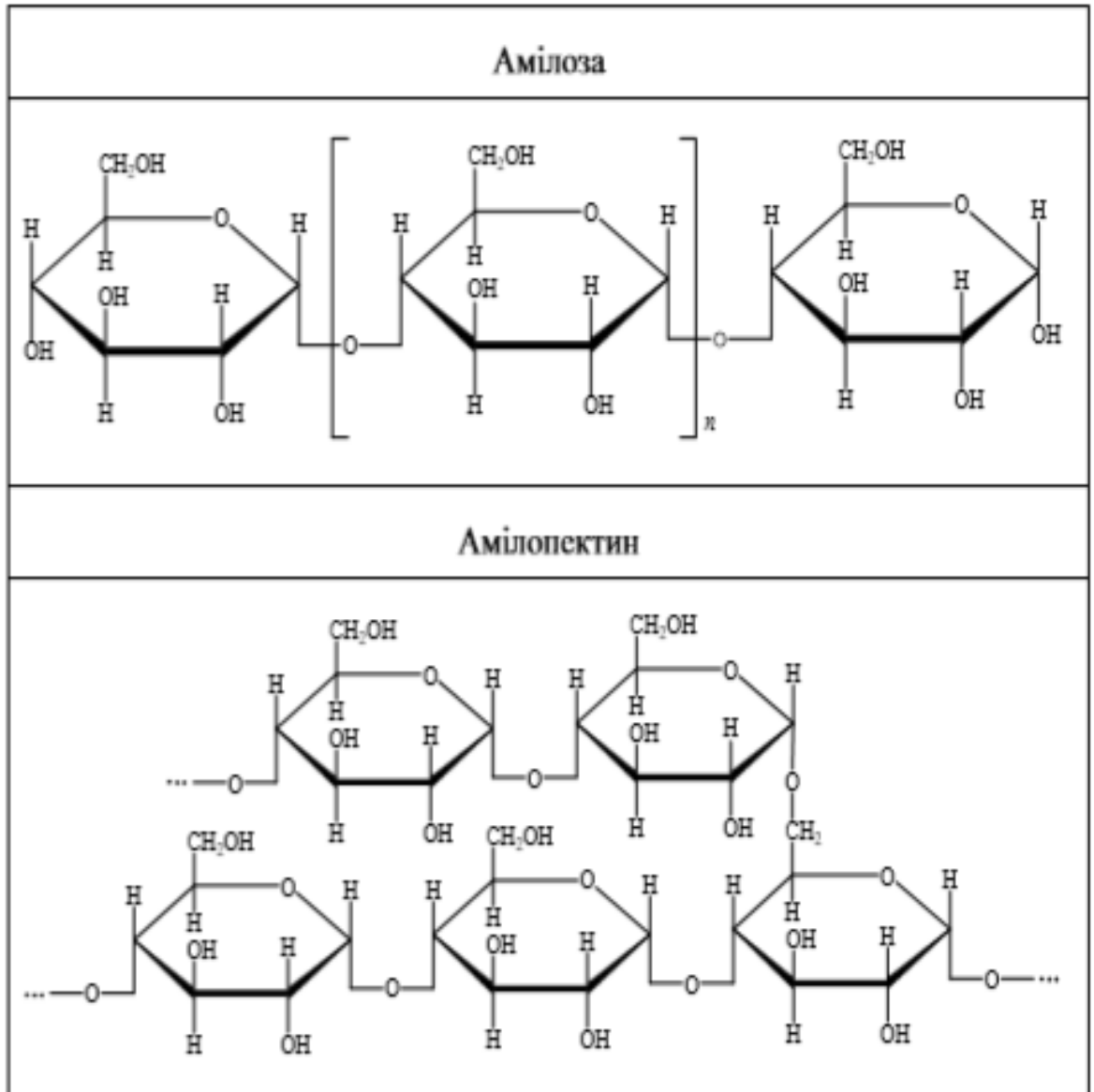
продовження таблиці

Відновлюючі дисахариди	
Генціобіоза	6-( $\beta$ -D-глюкопіранозидо)- $\beta$ -D-глюкопіраноза
	 <p>The diagram shows two beta-D-glucopyranose rings in Haworth projection. The left ring is linked to the right ring at the C6 position of the right ring. The C1 of the right ring is also linked to the C6 of the left ring. The C6 of the left ring is labeled '6' and 'CH<sub>2</sub>'. The C1 of the left ring is labeled '1'. The C2, C3, and C4 of both rings have hydroxyl groups (OH) pointing down, and hydrogens (H) pointing up. The C5 of both rings has a hydroxyl group (OH) pointing up and a hydrogen (H) pointing down.</p>
Невідновлюючі дисахариди	
Сахароза	2-( $\alpha$ -D-глюкопіранозидо)- $\beta$ -D-фруктофуранозид
	 <p>The diagram shows an alpha-D-glucopyranose ring on the left and a beta-D-fructofuranose ring on the right. They are linked at the C2 position of the glucose ring to the C1 position of the fructose ring. The C1 of the glucose ring is labeled '1'. The C2 of the glucose ring is labeled '2'. The C3, C4, and C5 of the glucose ring have hydroxyl groups (OH) pointing down, and hydrogens (H) pointing up. The C6 of the glucose ring has a hydroxyl group (OH) pointing up and a hydrogen (H) pointing down. The C1 of the fructose ring is labeled '1'. The C2, C3, and C4 of the fructose ring have hydroxyl groups (OH) pointing down, and hydrogens (H) pointing up. The C5 of the fructose ring has a hydroxyl group (OH) pointing up and a hydrogen (H) pointing down. The C6 of the fructose ring has a hydroxyl group (OH) pointing up and a hydrogen (H) pointing down.</p>
Трегалоза	1-( $\alpha$ -D-глюкопіранозидо)- $\alpha$ -D-глюкопіранозид
	 <p>The diagram shows two alpha-D-glucopyranose rings in Haworth projection. They are linked at the C1 position of both rings. The C1 of the left ring is labeled '1'. The C4 of the left ring is labeled '4'. The C5 of the left ring is labeled '5'. The C2, C3, and C4 of the left ring have hydroxyl groups (OH) pointing down, and hydrogens (H) pointing up. The C6 of the left ring has a hydroxyl group (OH) pointing up and a hydrogen (H) pointing down. The C1 of the right ring is labeled '1'. The C2, C3, and C4 of the right ring have hydroxyl groups (OH) pointing down, and hydrogens (H) pointing up. The C5 of the right ring has a hydroxyl group (OH) pointing up and a hydrogen (H) pointing down. The C6 of the right ring has a hydroxyl group (OH) pointing up and a hydrogen (H) pointing down.</p>

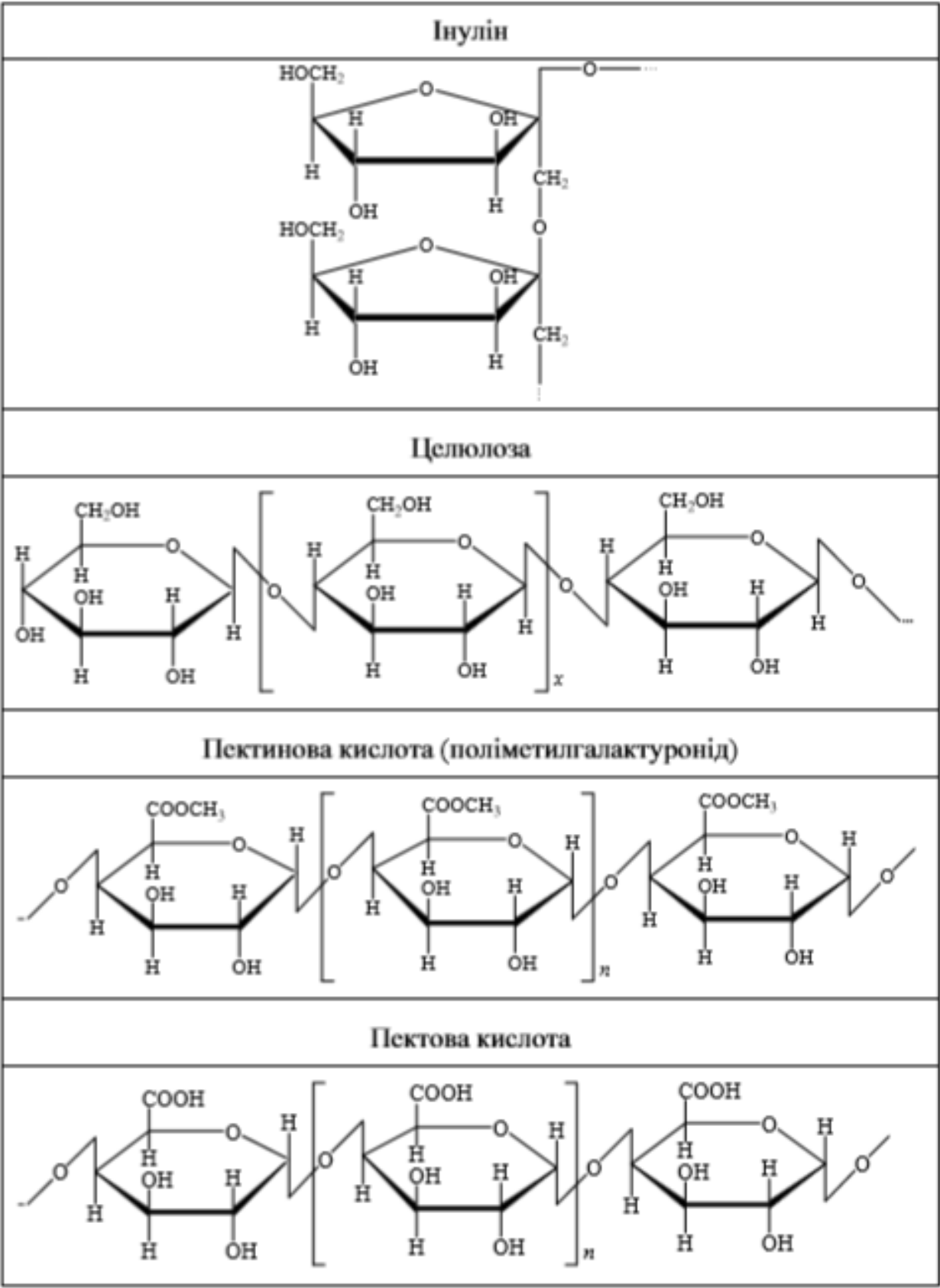
*Схема карамелізації дисахаридів*



*Циклічні форми деяких полісахаридів*



*продовження таблиці*



Деякі відомості про ліпіди

Додаток 3

*Основні спирти ліпідів*

Назва	Умовне позначення	Формула
Міристиловий	C <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> CH <sub>2</sub> OH
Цетиловий	C <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> CH <sub>2</sub> OH
Стеариловий	C <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> CH <sub>2</sub> OH
Карнаубіловий	C <sub>24</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> CH <sub>2</sub> OH
Цериловий	C <sub>26</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>24</sub> CH <sub>2</sub> OH
Мірициловий	C <sub>30</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>28</sub> CH <sub>2</sub> OH
Мелісировий	C <sub>31</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>29</sub> CH <sub>2</sub> OH
Олеїловий	C <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH <sub>2</sub> OH

*Основні карбонові кислоти, що входять до складу природних жирів і олій*

Кислота	Умовне позначення	Формула
Насичені кислоти		
Масляна	C <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH
Капронова	C <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH
Каприлова	C <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH

*продовження таблиці*

Кислота	Умовне позначення	Формула
Капринова	C <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH
Лауринова	C <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH
Міристинова	C <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH
Пальмітинова	C <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH
Насичені кислоти		
Стеаринова	C <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH
Арахінова	C <sub>20</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH
Ненасичені кислоти		
Олеїнова	C <sup>1</sup> <sub>18-9</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Лінолева	C <sup>2</sup> <sub>18-9,12</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Ліноленова	C <sup>3</sup> <sub>18-9,12,15</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH=CH-CH <sub>2</sub> - CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Арахідонова	C <sup>4</sup> <sub>20-5,8,11,14</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> -CH=CH) <sub>4</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -COOH
Гідроксикислоти		
Рицинолева	C <sup>1</sup> <sub>18-9</sub>	H <sub>3</sub> C(H <sub>2</sub> C) <sub>5</sub> -CH(OH)-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH

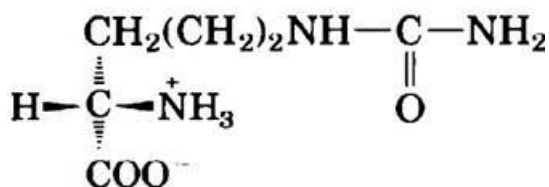
*Значення відносної швидкості пересування R<sub>f</sub> фракцій ліпідів зразків стандартів і метчика-свідка у системі розчинників гексан:діетиловий етер:оцтова кислота (80:17:3)*



Назва фракції	Стандарт				Метчик-свідок
	Моно стеарин	Дистеарин	Тристеарин	Ліноленова кислота	Емульгатор марки МД 40 (МАГ, ДАГ)
Речовини на старті	–	–	–	–	–
МАГ	0,030	–	–	–	0,029
ДАГ	–	0,150	–	–	0,149
	–	0,220	–	–	–
	–	–	–	–	0,380
Жирні кислоти	–	–	0,556	0,554	–
ТАГ	–	–	0,725	–	–

*Абсолютная конфигурация цитруллина.*

Какую конфигурацию (D или L) имеет выделенный из арбуза цитруллин, формула которого приведена на рисунке? Поясните свой ответ.



2. Связь между кривой титрования и кислотноосновными свойствами глицина.

Раствор глицина (100 мл, концентрация 0,1 М, рН 1,72) титровали 2 М раствором NaOH. В ходе титрования следили за изменениями рН и по результатам измерений построили график (см. ниже). Ключевые точки на графике обозначены цифрами от I до V. Какие из этих точек следует указать в ответе на поставленные ниже вопросы? Поясните свой ответ.

а) Глицин преимущественно находится в форме  $\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ .

б) Средний суммарный заряд молекул глицина  $+\frac{1}{2}$ .

в) Половина аминогрупп ионизована.

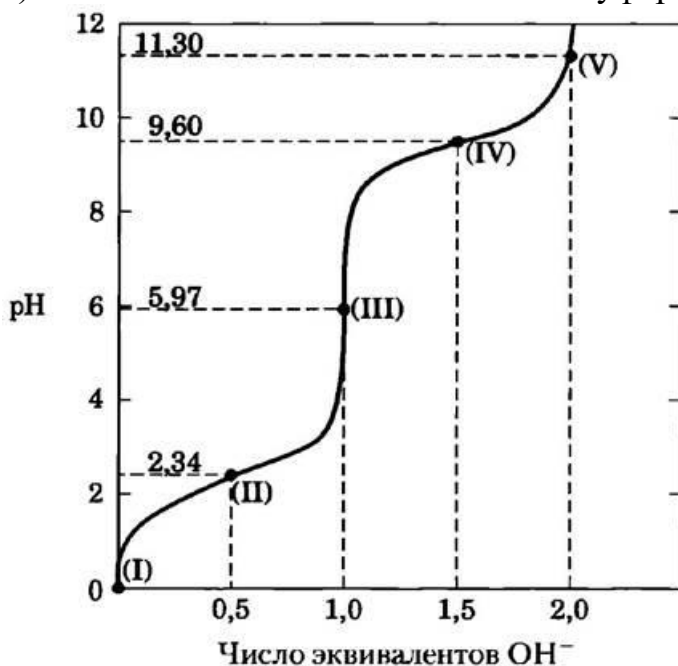
г) Значение рН равно значению рКа карбоксильной группы.

д) Значение рН равно значению рКа протонированной аминогруппы.

е) Глицин обладает максимальной буферной емкостью.

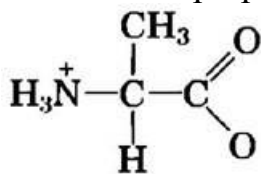
ж) Средний суммарный заряд молекул глицина равен нулю.

- з) Карбоксильная группа полностью оттитрована (первая точка эквивалентности).
- и) Глицин полностью оттитрован (вторая точка эквивалентности).
- к) Глицин преимущественно находится в форме  ${}^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$ .
- л) Средний суммарный заряд молекул глицина равен -1.
- м) Половина молекул глицина преимущественно находится в форме  ${}^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ , а половина — в форме  ${}^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$ .
- н) Какова изоэлектрическая точка глицина?
- о) В какой точке титрование завершено?
- п) Укажите области с минимальной буферной емкостью глицина.

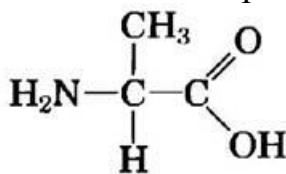


3. Какую долю от всех молекул составляют полностью незаряженные формы аланина?

При значении pH, совпадающем со значением изоэлектрической точки аланина, суммарный заряд молекулы равен нулю. На рисунке представлено две структуры, каждая из которых в целом не имеет заряда, однако преобладающей формой аланина при pH = pI является цвиттерион.



цвиттер-ион



незаряженная форма

а) Почему при pH = pI аланин преимущественно находится в форме цвиттер-иона, а не незаряженной частицы?

б) Какая доля молекул аланина не несет заряда в изоэлектрической точке? Поясните свой ответ.

4. Состояние ионизации аминокислот.

Каждая ионизируемая группа аминокислоты может находиться в одном из двух состояний — заряженном или нейтральном. Электрический заряд на функциональной группе определяется соотношением между значениями pH

раствора и  $pK_a$  данной группы. Данное соотношение описывается уравнением Хендерсона Хассельбаха.

а) Гистидин имеет три ионизируемые функциональные группы. Напишите уравнения для трех соответствующих процессов ионизации и укажите приблизительные значения  $pK_a$  для каждой реакции. Нарисуйте структуру гистидина во всех состояниях ионизации. Какой суммарный заряд несет молекула гистидина в каждом из этих состояний?

б) Нарисуйте ионные структуры гистидина, преобладающие при  $pH$  1, 4, 8 и 12. Учтите, что состояние ионизации можно определить, рассматривая каждую ионизируемую группу независимо от остальных.

в) Каков суммарный заряд молекулы гистидина при  $pH$  1, 4, 8 и 12? Куда будет двигаться молекула гистидина в электрическом поле при каждом из этих значений  $pH$  — к катоду (-) или к аноду (+)?

#### 5. Разделение аминокислот методом ионообменной хроматографии.

Анализ смеси аминокислот начинают с разделения этой смеси на компоненты с помощью ионообменной хроматографии. После нанесения на колонку с катионообменной смолой, содержащей группы  $-SO_3$  (рис. 3-17, я), аминокислоты движутся вниз по колонке с разной скоростью, поскольку на их движение оказывают влияние два фактора: 1) притяжение между  $-SO_3$ -группами носителя и положительно заряженными функциональными группами аминокислот; 2) гидрофобные взаимодействия между боковыми цепями аминокислот и сильно гидрофобной полистиреновой основой носителя. Для каждой из приведенных ниже пар аминокислот определите, какая аминокислота будет сходить с колонки первой при промывании колонки буфером с  $pH$  7,0.

а) Asp и Lys

б) Arg и Met

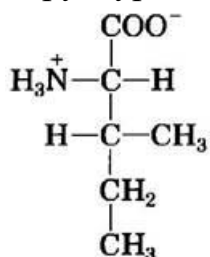
в) Glu и Val

г) Gly и Leu

д) Ser и Ala

#### 6. Обозначение стереоизомеров изолейцина.

Структурная формула аминокислоты изолейцина изображена ниже.



а) Сколько хиральных центров имеет молекула изолейцина?

б) Сколько оптических изомеров может быть у изолейцина?

в) Нарисуйте пространственные формулы для всех оптических изомеров изолейцина.

#### 7. Сравнение значений $pK_a$ аланина и полиаланина.

Кривая титрования аминокислоты аланина отражает наличие двух ионизируемых функциональных групп с  $pK_a$  2,34 и 9,69, что отвечает соответственно ионизации карбоксильной и протонированной аминогруппы.

Кривые титрования ди-, три- и олигопептидов аланина также демонстрируют наличие только двух ионизируемых групп, хотя их экспериментально определенные значения  $pK_a$  отличаются от  $pK_a$  функциональных групп аланина (см. табл.).

Аминокислота или пептид	$pK_1$	$pK_2$
Ala	2,34	9,69
Ala-Ala	3,12	8,30
Ala-Ala-Ala	3,39	8,03
Ala (Ala) $_n$ -Ala, $n \geq 4$	3,42	7,94

а) Нарисуйте структурную формулу Ala-Ala Ala. Укажите функциональные группы в этой молекуле, которым соответствуют  $pK_1$  и  $pK_2$ .

б) Почему с добавлением каждого следующего остатка аланина значение  $pK_1$  возрастает?

в) Почему с добавлением каждого следующего остатка аланина значение  $pK_2$  снижается?

#### 8. Размеры белков.

Чему приблизительно равна молекулярная масса белка, состоящего из 682 аминокислотных остатков, соединенных в единственную полипептидную цепь?

#### 9. Число остатков триптофана в бычьем сывороточном альбумине.

Количественный анализ аминокислот показал, что бычий сывороточный альбумин (БСА) содержит 0,58% (по массе) триптофана ( $M_r = 204$ ).

а) Рассчитайте минимальную молекулярную массу БСА (т. е. считайте, что в молекуле белка содержится только один остаток триптофана).

б) В соответствии с результатами гель-фильтрации молекулярная масса БСА равна 70 000. Сколько остатков триптофана содержится в его молекуле?

#### 10. Субъединичный состав белка.

По данным гель-фильтрации молекулярная масса белка составляет 400 кДа. В результате проведения электрофореза в геле в присутствии додецилсульфата натрия (SDS) были обнаружены три белковые полосы, соответствующие белкам с массой 180, 160 и 60 кДа. В присутствии SDS и дитиотрейтола также обнаружены три полосы, на этот раз соответствовавшие белкам с молекулярной массой 160,90 и 60 кДа. Определите субъединичный состав белка.

#### 11. Суммарный электрический заряд молекулы пептида.

Пептид имеет последовательность Glu-His-Trp-Ser-Gly-Leu-Arg-Pro-Gly.

а) Каков суммарный заряд этой молекулы при pH 3,8 и 11? (Используйте значения  $pK_a$  для функциональных групп боковых цепей, а также концевых карбоксильной и аминогруппы, приведенные в табл. 3-1.)

б) Оцените значение  $pI$  этого пептида.

#### 12. Изoeлектрическая точка пепсина.

Пепсинами называют группу пищеварительных ферментов, секретируемых в виде более крупных белков-предшественников железами желудка. Эти железы, кроме того, выделяют соляную кислоту, которая растворяет присутствующие в пище частицы и тем самым позволяет пепсину

расщеплять отдельные молекулы белка ферментативным путем. Образовавшаяся смесь пищи, НС1 и пищеварительных ферментов, известная как пищевая каша или химус, имеет значение рН около 1,5. Каким должно быть значение р/ пепсина? Какие функциональные группы должны содержаться в пепсине, чтобы обеспечивать ему такое значение р/? Какие аминокислоты в белках содержат такие группы?

*13. Изоэлектрическая точка гистонов.*

Гистоны - это белки, содержащиеся в ядре эукариотической клетки и прочно связанные с молекулами ДНК, которые богаты фосфатными группами. Значение р/ гистонов очень высокое — около 10,8. Какие аминокислотные остатки должны в большом количестве содержаться в молекулах гистонов? Каким образом эти остатки обеспечивают прочное связывание гистонов с ДНК?

*14. Растворимость полипептидов.*

Один из методов разделения полипептидов основан на различии в их растворимости. Растворимость крупных полипептидов в воде зависит от относительной полярности их R-групп, в частности от числа ионизируемых групп: чем больше ионизируемых групп имеет полипептид, тем легче он растворяется в воде. Какой полипептид из каждой приведенной ниже пары обладает лучшей растворимостью при указанном значении рН?

- а) (Gly)<sub>20</sub>или (Glu)<sub>20</sub>при рН 7,0
- б) (Lys-Ala)<sub>3</sub>или (Phe-Met)<sub>3</sub>при рН 7,0
- в) (Ala-Ser-Gly)<sub>3</sub>или (Asn-Ser-His)<sub>5</sub>при рН 6,0
- г) (Ala-Asp-Cly)<sub>5</sub>или (Asn-Ser-His), при рН 3,0

*15. Очистка фермента.*

Биохимик исследует и выделяет новый фермент. Результаты проведенной очистки сведены в таблицу.

Стадия очистки	Общий белок (мг)	Активность (единицы)
1. Грубый экстракт	20 000	4 000 000
2. Осаждение солями	5 000	3 000 000
3. Осаждение под действием рН	4 000	1 000 000
4. Ионообменная хроматография	200	800 000
5. Аффинная хроматография	50	750 000
6. Гель-фильтрация	45	675 000

- а) Из приведенных в таблице данных рассчитайте удельную активность фермента после каждой стадии очистки.
- б) Какая из стадий очистки была наиболее эффективной (т. е. позволила достичь наибольшего относительного увеличения чистоты)?
- в) Какая из стадий была наименее эффективной?

г) Есть ли в приведенных данных какие-либо указания на то, что после стадии 6 белок полностью очищен? Что еще нужно сделать, чтобы оценить чистоту ферментативного препарата?

*16. Диализ.*

Очищенный белок получен в буфере Hepes (N-(2-гидроксиэтил) пиперазин- N'-(2-этансульфоновая кислота)), рН 7, содержащем 500 мМ NaCl. Образец раствора белка (1 мл) помещают в диализный мешок и диализуют против 1 л того же буфера, но без NaCl. Небольшие молекулы и ионы (такие как Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> и Hepes) могут проходить сквозь мембрану, а белок не может.

а) Какова концентрация NaCl в образце белка после установления диализного равновесия? Считайте, что в процессе диализа объем раствора белка не изменяется.

б) Какой была бы концентрация соли в растворе белка, если бы тот же образец белка объемом 1 мл диализовали последовательно дважды относительно 100 мл того же буфера Hepes?

*17. Очистка пептида.*

Три пептида с указанным ниже аминокислотным составом смывают с колонки, заполненной катионообменной смолой, при рН 7,0. В каком порядке пептиды будут сходить с колонки?

Пептид А: Ala 10%, Glu 5%, Ser 5%, Leu 10%, Arg 10%, His 5%, Ile 10%, Phe 5%, Tyr 5%, Lys 10%, Gly 10%, Pro 5% и Trp 10%.

Пептид В: Ala 5%, Val 5%, Gly 10%, Asp 5%, Leu 5%, Arg 5%, Ile 5%, Phe 5%, Tyr 5%, Lys 5%, Trp 5%, Ser 5%, Thr 5%, Glu 5%, Asn 5%, Pro 10%, Met 5% и Cys 5%.

Пептид С: Ala 10%, Glu 10%, Gly 5%, Leu 5%, Asp 10%, Arg 5%, Met 5%, Cys 5%, Tyr 5%, Phe 5%, His 5%, Val 5%, Pro 5%, Thr 5%, Ser 5%, Asn 5% и Gin 5%.

*18. Определение последовательности пептида лейэнкефалина, выделенного из мозга.*

Из нормальной мозговой ткани была выделена группа пептидов, влияющих на передачу нервного импульса в некоторых отделах мозга. Эти пептиды называют опиоидами, поскольку они связываются со специфическими рецепторами, с которыми также связываются опиаты (алкалоиды опиума), такие как морфин и налоксон. Таким образом, опиоиды имитируют некоторые свойства опиатов. Некоторые ученые рассматривают эти вещества как содержащиеся в мозге собственные средства обезболивания. Используя приведенные ниже данные, определите аминокислотную последовательность опиоида лейэнкефалина. Объясните, как предложенная вами структура согласуется с каждым из результатов (а-в).

а) Полный гидролиз под действием 6 М HCl при 110 °С с последующим анализом аминокислот показал наличие в смеси Gly, Leu, Phe и Tyr в молярном соотношении 2:1:1:1.

б) Хроматографический анализ, проведенный после обработки пептида 1-фтор-2,4-динитробензолом и полного гидролиза, выявил наличие 2,4-

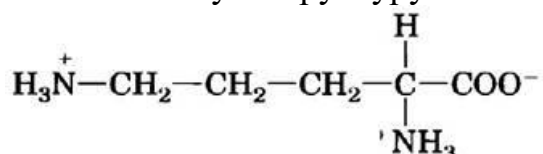
динитрофенильного производного тирозина. При этом свободного тирозина обнаружено не было.

в) Полное расщепление пептида под действием пепсина и проведенное затем хроматографическое разделение показали наличие дипептида, содержащего остатки Phe и Leu, и трипептида, содержащего Tyr и Gly в соотношении 1:2.

19. Структура полипептидного антибиотика, выделенного из *Bacillus brevis*.

Экстракты, полученные из бактериальной культуры *Bacillus brevis*, содержат пептид, обладающий свойствами антибиотика. Этот пептид образует комплексы с ионами металлов и, по-видимому, нарушает систему ионного транспорта через клеточную мембрану у других видов бактерий, что приводит к их гибели. Структуру пептида установили на основании приведенных ниже результатов.

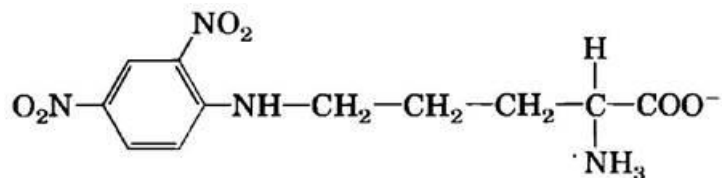
а) Полный кислотный гидролиз полипептида с последующим анализом аминокислот продемонстрировал наличие эквимольных количеств Leu, Orn, Phe, Pro и Val. Orn — это сокращенное обозначение аминокислоты орнитина, не встречающейся в белках, но присутствующей в некоторых пептидах. Орнитин имеет такую структуру:



б) Молекулярная масса пептида оказалась приблизительно равна 1200.

в) Пептид не подвергался гидролизу при обработке ферментом карбоксипептидазой. Этот фермент катализирует отщепление любых C-концевых остатков, за исключением остатка Pro, а также за исключением тех случаев, когда остаток по какой-либо причине не содержит свободной карбоксильной группы.

г) Обработка исходного пептида 1-фтор-2,4-динитробензолом с последующим полным гидролизом и хроматографическим разделением показали наличие только свободных аминокислот и производного следующего строения:



(Подсказка: учтите, что 2,4-динитрофенильная группа присоединена не как обычно к α-атому азота, а к аминогруппе боковой цепи.)

д) Частичный гидролиз пептида, хроматографическое разделение продуктов и их аминокислотный анализ выявили наличие ди- и три- пептидов следующего строения (аминоконцевые остатки всегда расположены слева): Leu-Phe Phe-Pro Orn-Leu Val-Orn, Val-Orn-Leu Phe-Pro-Val Pro-Val-Orn. Используя данную информацию, определите аминокислотную последовательность пептидного антибиотика. Поясните ваши рассуждения.

Объясните, как предложенная вами структура согласуется со всеми экспериментальными данными.

#### 20. Эффективность секвенирования пептидов.

Пептид с первичной структурой Lys-Arg-Pro-Leu-Ile-Asp-Gly-Ala секвенировали по методу Эдмана. Каждая стадия цикла проведена с эффективностью 96%. Определите, какую часть всех аминокислот, высвобожденных в четвертом цикле, составляет лейцин? Каким будет это значение при эффективности каждого цикла 99%?

#### 21. Сравнение последовательностей.

Белки, называемые молекулярными шаперонами (см. гл. 4), участвуют в процессе укладки (фолдинга) белков. Белки одного класса шаперонов, обнаруженные в организмах от бактерий до млекопитающих, называют белками теплового шока 90 (Hsp90). Все шапероны Hsp90 содержат 10 характерных аминокислотных последовательностей, которые позволяют легко идентифицировать эти белки в базе данных. Два примера таких последовательностей представлены ниже.

а) Какая аминокислота в данной последовательности инвариантна (сохраняется во всех видах организмов)?

б) В какой позиции (каких позициях) располагаются только аминокислоты с положительно заряженными боковыми цепями? Для каждой из этих позиций определите, какая аминокислота встречается чаще других.

в) В какой позиции (каких позициях) располагаются только аминокислоты с отрицательно заряженными боковыми цепями? Для каждой из этих позиций определите, какая аминокислота встречается чаще других.

г) В какой позиции может находиться любая аминокислота (хотя одна аминокислота все же встречается намного чаще других)? Что это за позиция и какая аминокислота встречается здесь чаще остальных?

#### 22. Биохимический протокол: ваша первая очистка белка.

Придя впервые работать в биохимическую лабораторию, первые несколько недель вы учитесь мыть посуду и подписывать пробирки. Затем вам доверяют готовить буферные и запасные растворы, необходимые для различных лабораторных нужд. Наконец, вы берете на себя ответственность за очистку первого белка. Это цитратсинтаза — фермент цикла лимонной кислоты, локализованный в митохондриях. Вы выполняете все перечисленные ниже стадии, следуя известному протоколу очистки. Руководящий вами более опытный студент на каждой стадии очистки задает вопросы относительно смысла проведения этой стадии. Дайте ему ответы. (Подсказка: информацию об осмолярности см. в гл. 2; информацию о выделении клеточных органелл см. с. 23).

а) На ближайшей бойне вы получили 20 кг бычьих сердец. Вы перевозили их во льду и каждую стадию очистки также выполняли на льду или в холодной комнате. С помощью специального гомогенизатора вы гомогенизировали сердца при pH 7,2 в буфере, содержащем 0,2 М сахарозу. Почему в качестве исходного материала вы используете сердце быка и в таком большом



количестве? Почему ткань нужно хранить на льду и разрушать при рН 7,2 в присутствии сахарозы? Что происходит с тканью при гомогенизации?

б) Вы подвергаете гомогенат ткани (плотный и непрозрачный) дифференциальному центрифугированию. Зачем вы это делаете?

в) Для дальнейших экспериментов вы берете супернатант, который в основном содержит интактные митохондрии. Далее вы подвергаете митохондрии осмотическому лизису. Лизат имеет меньшую плотность, чем гомогенат, но все еще непрозрачен. Он состоит из митохондриальных мембран и внутреннего содержимого митохондрий. К этому лизату вы добавляете хорошо растворимую соль — сульфат аммония — в определенной концентрации, центрифугируете свою смесь, декантируете супернатант и отбрасываете осадок. К супернатанту, который выглядит более прозрачным, чем лизат, вы добавляете следующую порцию сульфата аммония и вновь центрифугируете образец. Но на этот раз вы сохраняете осадок, поскольку в нем содержится интересующий вас белок. Почему нужно добавлять соль дважды?

г) Вы растворяете осадок, полученный при повторном осаждении сульфатом аммония, и проводите диализ в течение ночи против большого объема буфера с рН 7,2. Почему диализный буфер не содержит сульфата аммония? Почему вы используете буфер, а не воду?

д) Раствор после диализа вы наносите на колонку для гель-фильтрации. Следуя протоколу, отбираете первую сошедшую с колонки белковую фракцию и отбрасываете все остальные белки. Наличие белка во фракциях определяете по поглощению раствора в ультрафиолетовой области (при 280 нм). Что означает тот факт, что ваш белок сходит с колонки первым? Почему поглощение при 280 нм является хорошим показателем наличия белка в растворе?

е) Фракцию, отобранную при проведении предыдущей стадии, вы наносите на колонку для катионообменной хроматографии. Вы отбрасываете весь исходный раствор, сошедший с колонки, и начинаете промывать колонку раствором с более высоким значением рН. Первую вышедшую белковую фракцию отбираете. Объясните свои действия.

ж) Вы наносите образец из вашей фракции, которая теперь сильно уменьшилась в размере и выглядит практически прозрачной (возможно имеет розоватый оттенок), на гель для изоэлектрофокусирования. После проведения разделения и окрашивания геля вы видите на нем три широкие полосы. В соответствии с протоколом интересующий вас белок имеет значение  $pI$  5,6. Но вы хотите подтвердить чистоту белка еще одним методом. Вы вырезаете из геля полосу с  $pI$  5,6 и помещаете на полиакриламидный гель для проведения электрофореза в присутствии SDS. Почему вы не уверены в чистоте белка, находящегося в отобранной вами полосе? Что вам могут сказать результаты SDS-электрофореза? Почему важно проводить SDS-электрофорез после изоэлектрофокусирования?

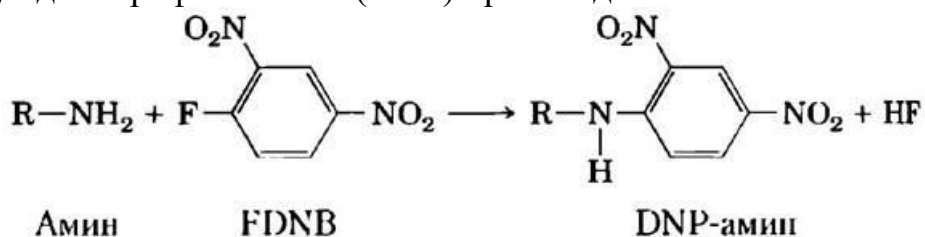
*Анализ экспериментальных данных*

*23. Определение аминокислотной последовательности инсулина.*

На рис. 3-24 представлена аминокислотная последовательность гормона инсулина. Его структура была определена Фредериком Сенгером с сотрудниками. Большая часть этой работы опубликована в журнале *Biochemical Journal* в период с 1945 по 1955 г.

Когда Сенгер с сотрудниками начали этот цикл работ, было известно, что инсулин представляет собой небольшой белок, состоящий из двух или четырех полипептидных цепей, соединенных дисульфидными мостиками. Ученым удалось разработать несколько простых методов для изучения последовательности белка.

Обработка FDNB. FDNB (1-фтор-2,4-динитробензол) реагирует со свободными аминогруппами (но не с амидо- или гуанидиногруппами) белка, образуя динитрофенильные (DNP) производные аминокислот:



Кислотный гидролиз. Кипячение белка с 10%-й HCl на протяжении нескольких часов приводит к гидролизу всех пептидных и амидных связей. При краткой обработке образуются короткие пептиды; чем дольше обработка, тем полнее расщепление белка на составляющие его аминокислоты.

Окисление цистеина. При обработке белка надмуравьиной кислотой происходит расщепление всех дисульфидных связей, а все остатки цистеина превращаются в остатки цистеиновой кислоты (рис. 3-26).

Бумажная хроматография. Эта наиболее примитивная версия тонкослойной хроматографии (см. рис. 10-24) предназначена для разделения веществ на основании различия их химических свойств и позволяет идентифицировать отдельные аминокислоты и, в некоторых случаях, дипептиды. Тонкослойная хроматография позволяет разделять пептиды более крупного размера.

В своей первой работе (1945 г.) Сенгер обработал инсулин FDNB, а затем подверг образовавшийся продукт гидролизу. Он обнаружил много свободных аминокислот, но лишь три DNP-производных: α-DNP-глицин (DNP присоединен к α-аминогруппе аминокислоты), α-DNP-фенилаланин и ε-DNP-лизин (DNP присоединен к ε-аминогруппе). Сенгер интерпретировал этот результат таким образом, что инсулин состоит из двух белковых цепей: одна имеет на N-конце Gly, а другая имеет на N-конце Phe. Одна из двух цепей, кроме того, содержит остаток Lys, но не на N-конце. Сенгер назвал цепь, начинающуюся с остатка Gly, цепью А, а цепь, начинающуюся с остатка Phe, цепью В.

а) Объясните, как Сенгер пришел к этим выводам.

б) Соответствуют ли данные результаты известной на сегодняшний день структуре инсулина (рис. 3-24)?

В более поздней статье (1949 г.) Сенгер описывал, как данный метод позволил ему определить несколько аминокислотных остатков в начале каждой

цепи инсулина (с N-конца). Например, при анализе последовательности цепи В он проделал следующие шаги.

1. Окисление инсулина для разделения цепей А и В.
2. Приготовление чистого образца цепи В с помощью бумажной хроматографии.
3. Проведение реакции цепи В с FDNB.
4. Мягкий кислотный гидролиз продукта с целью получения нескольких коротких пептидов.
5. Разделение DNP-производных пептидов от пептидов, не содержащих DNP-групп.
6. Выделение четырех DNP-пептидов, названных В1, В2, В3 и В4.
7. Полный гидролиз каждого DNP-пептида с целью получения свободных аминокислот.
8. Идентификация продуктов гидролиза каждого пептида с помощью бумажной хроматографии.

Были получены следующие результаты:

В1: только  $\alpha$ -DNP-фенилаланин;

В2:  $\alpha$ -DNP-фенилаланин и валин;

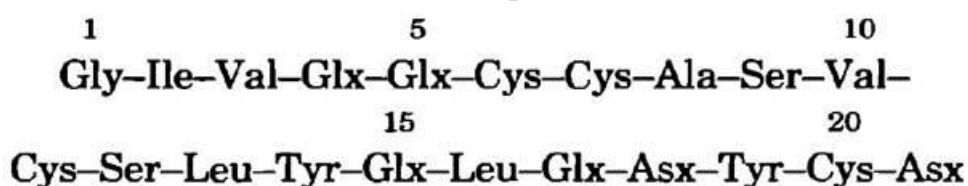
В3: аспарагиновая кислота,  $\alpha$ -DNP- фенилаланин и валин;

В4: аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота,  $\alpha$ -DNP-фенилаланин и валин

в) Основываясь на этих результатах, назовите четыре первые аминокислоты на N-конце пептида В. Объясните свои рассуждения.

г) Согласуются ли эти результаты с известной последовательностью инсулина (рис. 3-24)? Объясните все несоответствия.

Сенгер с коллегами использовали свой метод для определения полной последовательности цепей А и В. Они установили следующую последовательность А цепи (N-конец расположен слева):



Поскольку при кислотном гидролизе все остатки Asn превращаются в Asp, а все остатки Gln — в Glu, эти остатки пришлось обозначить Asx и Glx соответственно (точно их идентифицировать было невозможно). Сенгер решил эту проблему, разбив последовательности на короткие пептиды с помощью протеаз, расщепляющих пептидные связи, но не расщепляющих амидные связи в остатках Asn и Gln. Далее он определил число амидных групп в каждом пептиде, измеряя концентрацию  $\text{NH}_4^+$ , выделяющегося при кислотном гидролизе пептида. Ниже представлены некоторые результаты, полученные для цепи А. Возможно, пептиды не были полностью свободны от примесей, так что эти цифры не абсолютно точные, но достаточно точные для решения поставленной Сенгером задачи.

Название пептида	Последовательность аминокислот	Количество амидных групп в пептиде
Ac1	Cys-Asx	0,7
Ap15	Tyr-Glx-Leu	0,98
Ap14	Tyr-Glx-Leu-Glx	1,06
Ap3	Asx-Tyr-Cys Asx	2,10
Ap1	Glx-Asx-Tyr-Cys-Asx	1,94
Ap5pa1	Gly-Ile-Val-Glx	0,15
Ap5	Gly-Ile-Val-Glx-Glx-Cys-Cys- Ala- Ser-Val - Cys- Ser- Leu	1,16

д) На основании этих данных определите аминокислотную последовательность цепи А. Объясните свой ответ и сравните его с данными, представленными на рис. 3-24.