

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Карташова І.І.**

**БІОЛОГІЧНА ЗАДАЧА: ЗМІСТ,  
РОЗВ'ЯЗАННЯ, МЕТОДИКА  
ВИКОРИСТАННЯ**

**Херсон-2015**

## **ББК 28.ОЯ73**

### **К-27 Карташова І.**

Біологічна задача: зміст, розв'язання, методика використання:  
Навчально-методичний посібник / І.І.Карташова. – Херсон: ПП.  
Вишемирський В.С., 2015. – 104 с.

Навчально-методичний посібник – спроба визначити єдиний підхід до розв'язування задач в шкільному курсі біології, звести всю різноманітність так званих біологічних задач у певну систему, скласти алгоритми вирішення різних типів задач з метою реалізації певних дидактичних завдань уроку; розширити дидактичні функції біологічних задач з наведенням комплексу задач за лінійною структурою навчального матеріалу.

Навчально-методичний посібник адресований студентам природничих спеціальностей вищих навчальних закладів, вчителям біології.

ISBN 966-7578-29-1

ББК 28.ОЯ73

### **Рецензенти:**

Корольова Ірина Іванівна, кандидат педагогічних наук, доцент

Мельник Руслана Петрівна, кандидат біологічних наук, доцент

*Обговорено* на засіданні кафедри ботаніки  
Протокол № 6 від 4 лютого 2015 р.

*Розглянуто* на засіданні НМР ХДУ  
Протокол № 3 від 17 лютого 2015 р.

*Рекомендовано* до друку Вченою радою ХДУ  
Протокол № 7 від 23 лютого 2015 р.

## ЗМІСТ

<b>Загальні питання методики розв'язування задач</b>	4
<b>1. Комплекс біологічних задач змістом і рівнем пізнавальної діяльності учнів</b>	9
<b>1.1. Розділ “Рослини. Бактерії. Гриби”</b>	9
1.1.1. Розрахункові задачі	9
1.1.2. Пізнавальні задачі	10
1.1.3. Творчі задачі	11
<b>1.2. Розділ “Тварини”</b>	13
1.2.1. Розрахункові задачі	13
1.2.2. Пізнавальні задачі	14
1.2.3. Творчі задачі	14
<b>1.3. Розділ “Людина”</b>	16
1.3.1. Розрахункові задачі	16
1.3.2. Задачі на енерговитрати, баланс речовин і норми харчування	17
1.3.3. Пізнавальні задачі	18
<b>1.4. Розділ “Загальна біологія”</b>	19
<b>1.4.1. Задачі з молекулярної біології</b>	19
1.4.1.1. Хімічний склад клітини	19
1.4.1.2. Кількісний та якісний склад гену	21
1.4.1.3. Біосинтез білка	23
1.4.1.4. Способи клітинного поділу. Каріотип	31
1.4.1.5. Обмін речовин і енергії у клітині.	32
1.4.1.6. Фотосинтез і хемосинтез	35
<b>1.4.2. Екологічні задачі</b>	41
<b>1.4.3. Еволюційні задачі</b>	46
<b>1.4.4. Генетичні задачі</b>	49
1.4.4.1. Моногібридне схрещування при повному домінуванні ознак	51
1.4.4.2. Дигібридне схрещування	54
1.4.4.3. Неповне домінування моногібридного схрещування	58
1.4.4.4. Кодомінування. Групи крові	61
1.4.4.5. Генетика статі. Зчеплене зі статтю успадкування..	62
1.4.4.6. Статистичні закономірності модифікаційної мінливості	69
1.4.4.7. Генетика популяцій. Закон Харді-Вайнберга	72
<b>2. Комплекс біологічних задач за лінійною структурою навчального матеріалу</b>	81
2.1. Комплекс задач до теми “Кісткові риби”	83
2.2. Комплекс задач до теми “Птахи”	87
<b>3. Система біологічних задач з формування інтелектуальних умінь учнів</b>	91
<b>Використана література</b>	112

## **Загальні питання методики розв'язування задач**

Розв'язування задач як один з прийомів навчання, сприяє більш глибокому і повному засвоєнню навчального матеріалу, формуванню вмінь застосовувати набуті знання на практиці.

“*Задача* – дана в певних умовах мета діяльності, яка повинна бути досягнута перетворенням цих умов згідно з певною процедурою. Задача включає в себе вимогу (мету), *умови* (відоме) і *шукане* (невідоме), яке формулюється в запитанні. Між цими елементами існують певні зв'язки й залежності, за рахунок яких здійснюються пошук і визначення невідомих елементів через відомі.”

Загальноприйнятої класифікації біологічних задач на сьогодні не існує. Узагальнюючи доробки вчених і практиків, пропонуємо таку типологію біологічних задач:

### **I. За характеристикою невідомого**

- 1.1. Текстові
- 1.2. Розрахункові

### **II. За рівнем пізнавальної діяльності**

- 2.1. Алгоритмічні
- 2.2. Пізнавальні
- 2.3. Творчі

### **III. За дидактичною метою (змістом)**

#### **3.1. Задачі з ботанічним змістом**

#### **3.2. Задачі з зоологічним змістом**

#### **3.3. Задачі з біології людини**

#### **3.4. Задачі із загальної біології**

##### 3.4.1. Задачі з молекулярної біології

- Хімічний склад клітини
- Кількісний і якісний склад гену (кількісне визначення складу і довжини ДНК)
- Біосинтез білка
- Способи клітинного поділу. Каріотип
- Обмін речовин і енергії у клітині
- Фотосинтез і хемосинтез

##### 3.4.2. Екологічні задачі

- Структура і продуктивність різних біогеоценозів
- Динаміка популяцій

##### 3.4.3. Еволюційні задачі

- Задачі із еволюцій
- Задачі на походження людини - антропогенез

##### 3.4.4. Генетичні задачі

- Моногібридне схрещування
- Дигібридне схрещування
- Неповне домінування моногібридного схрещування
- Кодомінування. Групи крові

- Генетика статі. Зчеплене зі статтю успадкування
- Статистичні закономірності модифікаційної мінливості
- Генетика популяцій. Закон Харді-Вайнберга

### 3.5. Задачі з міжпредметним змістом

Ефективне застосування наведеної типології вимагає класифікувати задачі одночасно за декількома характеристиками. Так, наприклад, класифікуємо задачу: “У процесі фотосинтезу одна рослина поглинає 280г CO<sub>2</sub> за день. Яка кількість речовини глюкози утворюється в листках за 5 днів?” Це розрахункова, алгоритмічна, на обмін енергії та речовин у клітині задача.

Створення єдиної класифікації біологічних задач і використання загальних підходів щодо їх розв’язання – це головні умови формування в учнів прийомів логічного мислення, що сприяє розвитку здатності розв’язувати задачі.

Найбільш розповсюдженим недоліком під час розв’язання задач учнями є прагнення відразу розпочати розв’язання, не усвідомлюючи зміст задачі. У багатьох випадках міркування учнів не логічні, а пояснення рішення не відповідає чи суперечить елементарним правилам фізики і математики. З інших недоліків слід відзначити помилки у розмірностях величин, нераціональні і недостатньо точні обчислення.

Пропонуємо виділяти *чотири основні етапи розв’язання будь-якої задачі*,

#### **1 етап. Запис умови та аналіз задачі.**

- Оформити запис умови задачі, використовуючи скорочені позначення;
- Що необхідно знайти?
- Які попередні дії необхідно виконати?
- Згадай, чи розв’язували ви подібну задачу?

#### **2 етап. Складання плану рішення.**

- Встановити зв’язок між даними та пошуковими величинами.
- З’ясувати сутність явищ, що покладені в основу задачі.
- Визначити послідовність дій для знаходження невідомого.

#### **3 етап. Виконання і запис рішення задачі.**

Обери раціональний спосіб розв’язання задачі. Якщо можливо, застосовуй математичні формули.

- Запиши необхідні формули або рівняння хімічних реакцій.
- Розв’язання проводь поетапно, особливо якщо це стосується розрахунків за рівняннями хімічних реакцій.

#### **Алгоритм розв’язання розрахункової задачі.**

1. Визнач основне співвідношення, за яким знаходиться невідоме.
2. З’ясувати, які величини в основному співвідношенні невідомі.
3. Знайди додаткові співвідношення, за якими визнач невідомі величини.
4. Загальну формулу виводи тільки коли всі величини відомі.

#### **4 етап. Аналіз результатів.**

- Перевір результат. Чи вірно обраний шлях розв’язання?

- Чи вірно обраний спосіб рішення?

На практиці велика увага приділяється 3 етапу. Це зрозуміло, бо тільки вихованням грамотності і культури запису умови та розв'язку задачі, можна сформулювати вміння їх розв'язувати. Оформлення задачі залежить від її типу. Для текстових задач – це відповідь у вільній формі на основі власних міркувань учня. Для розрахункових – це оформлення за певним алгоритмом.

Розглянемо приклад.

**Задача.** Життєва ємність легень людини складає  $3500 \text{ см}^3$ .

Визначте об'єм і масу кисню та вуглекислого газу у повітрі, які пройдуть через легені людини за один рік, якщо вона робить 16-20 вдохів за хвилину. Об'ємна частка кисню у повітрі складає 21%, а вуглекислого газу – 0,03%.

**Аналіз задачі** (усно). Мета задачі – з'ясувати роль кисню і вуглекислого газу в процесі газообміну у легенях і тканинах. В ході розв'язування задачі слід звернути увагу на якісний і кількісний склад повітря, його біологічне та промислове значення, на причини забруднення атмосферного повітря і заходи боротьби з ними. Наведена задача дозволяє оцінити потребу організму людини у кисні повітря.

Дано:	Розв'язок
$V(\text{легені}) = 3500 \text{ см}^3$ ;	1) $V(\text{CO}_2) = \varphi(\text{CO}_2) \times V(\text{повітря})$ (основне співвідношення);
$t_1 = 1 \text{ рік}$	$V(\text{повітря}) = V(\text{лег.}) \times t_1 \times t_2(\text{вдох})$ (1 додаткове співвідношення);
$t_2(\text{вдох}) = 16 \text{ хв}^{-1}$ ;	$V(\text{CO}_2) = \varphi(\text{CO}_2) \times V(\text{лег.}) \times t_1 \times t_2(\text{вдох})$ (загальна формула);
$\varphi(\text{O}_2) = 0,21$ ;	$V(\text{CO}_2) = 0,0003 \times 3500 \text{ см}^3 \times 60 \text{ хв.} \times 16 \text{ хв}^{-1} =$ $= 1,008 \text{ л}$ ;
$\varphi(\text{CO}_2) = 0,0003$	2) $m(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2)$ (основна формула);
$V(\text{O}_2) - ?$	
$V(\text{CO}_2) - ?$	
$m(\text{CO}_2) - ?$	
$m(\text{O}_2) - ?$	

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$M(O_2) = 32 \text{ г/моль}$$

$$M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}$$

$$v(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m} \quad (\text{додаткове})$$

$$m(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m} \cdot M(CO_2) \quad (\text{загальна формула})$$

$$m(CO_2) = \frac{1,008 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} \cdot 44 \text{ г/моль} = 1,98 \text{ г}$$

3) Аналогічно знаходимо  $V(O_2)$  та  $m(O_2)$

а)  $V(O_2) = \varphi(O_2) \times V(\text{лег.}) \times t_1, \times t_2(\text{вдих})$

$$V(O_2) = 0,21 \times 3500 \text{ см}^3 \times 60 \text{ хв.} \times 16 \text{ хв}^{-1} = 705,6 \text{ л}$$

$$\text{б) } m(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} \cdot M(O_2)$$

$$m(CO_2) = \frac{705,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} \cdot 32 \text{ г/моль} = 1008 \text{ г}$$

**Відповідь:** об'єм вуглекислого газу дорівнює 1,008 л, а його маса становить 1,97 г; об'єм кисню дорівнює 705,6 л, а його маса – 1008 г.

Наведені етапи розв'язання задачі є загальними для розрахункових задач. Рішення деяких типів біологічних задач (творчих, пізнавальних) має іншу специфіку.

**Задача** вважається **пізнавальною**, якщо вона містить інтелектуальне утруднення (вимагає роздумів), встановлює причинно-наслідкові зв'язки внутрішньо- та міжпредметного характеру, спонукає до пошуку нових знань і способів рішення у нових, незвичних умовах, викликає інтерес і спирається на попередній досвід.

У процесі розв'язання пізнавальної задачі учні повинні:

- уважно прочитати текст задачі і розділити його на окремі логічні елементи;
- встановити, знання яких понять, фактів, причинно-наслідкових зв'язків необхідно для розв'язання задачі, враховуючи знання інших розділів шкільного курсу біології;
- співвіднести знання з логічними елементами умови і питаннями задачі;
- аргументовано дати відповідь на запитання задачі;
- перевірити рішення, приділивши увагу повноті відповіді на запитання задачі.

Під **творчою задачею** розуміють проблему:

- з нечітко заданими умовами (наприклад, для ряду задач неможливо точно вказати, до якого розділу теорії вони відносяться);
- що має деяке протиріччя;
- що припускає не одне рішення, а серію відповідей, часто взаємопов'язаних.

У процесі навчання біології задачі можуть виконувати різноманітні функції:

**1. Навчальні:**

- ілюстрація понять, законів;
- встановлення зв'язків між теорією і практикою;
- набуття навичок отримання, обробки і представлення наукових знань у письмовій і усній формі.

**2. Мотиваційні:**

- створення проблемних ситуацій;
- підвищення інтересу до набуття нових знань через радість творчості і позитивні емоції.

**3. Розвиваючі:**

- розвиток логічного мислення;
- формування вмінь самостійного набуття знань;
- розвиток індивідуальних можливостей і творчих здібностей дітей;
- набуття вмінь продуктивної спільної роботи у групі;
- формування вмінь використовувати отримані знання для розв'язування різноманітних практичних, дослідницьких і навчальних задач.

**4. Виховні:**

- висвітлення практичної спрямованості отриманих знань;
- екологічне виховання;
- політехнічне виховання;
- демонстрування краси наукової думки, досягнень вчених у галузі природознавства.

Де місце розв'язування задач в канві уроку? Однозначної відповіді не існує. Це залежить від мети, яку визначає вчитель, від структури уроку, та, навіть, від досвіду учнів та вчителя. Хибно уявляти, що спочатку учні вивчають теоретичний матеріал, а вже потім вчаться розв'язувати задачі. В дійсності розв'язання задач під час вивчення курсу шкільної біології не самоціль, а дійовий засіб, який забезпечує чітке усвідомлення і міцне засвоєння учнями потрібних понять, закономірностей і законів.

Біологічні задачі доцільно використовувати:

- 1) під час викладання нового матеріалу, повторення, перевірки знань, в домашніх завданнях;
- 2) у позакласній роботі (вечір, біологічний турнір, КВК, гурток);
- 3) у біологічних олімпіадах.

У даному навчально-методичному посібнику у відповідності з вищенаведеною класифікацією наводяться приклади задач до всіх розділів шкільного курсу біології. Зазначимо, що тексти всіх задач взято із запропонованого списку літератури.



# 1. КОМПЛЕКС БІОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ ЗМІСТОМ І РІВНЕМ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

## 1.1. РОЗДІЛ “РОСЛИНИ. БАКТЕРІЇ. ГРИБИ”

### 1.1.1. Розрахункові задачі

1. Сонячного дня з  $1\text{ м}^2$  листкової поверхні цукрового буряка випаровується в середньому 100 г води за годину. Яку масу транспірує 1 га цукрових буряків за світловий день (14 годин), якщо загальна площа усіх листків рослин, які ростуть на 1 га бурякового поля, становить 8 га ?

2. Добова потреба людини у вітаміні С становить 30-70 мг. З однієї сосни збирають 10 кг хвої, з якої отримують 15 г вітаміну. Скільки добових норм вітаміну С можна одержати з хвої 100 дерев ?

3. На одному гектарі висівають 4 -5 млн. зернівок пшениці. Яку масу (в ц) посівного матеріалу потрібно господарству, щоб засіяти 200 га за умови, що схожість насіння становить 99%, а маса 1000 зернівок – 40 г ?

4. За сприятливих умов  $1\text{ дм}^2$  листкової поверхні за 1 годину синтезує 20 мг цукрів. Якби сталося диво, і людина, позеленівши, почала фотосинтезувати як рослина, чи змогла б вона за рахунок цього забезпечити свої енергетичні потреби – 2000 ккал на добу? Для розрахунків використовуйте наступні показники: поверхня шкіри людини, доступна сонячним променям, становить  $1,7\text{ м}^2$ ; тривалість фотосинтезу - 12 годин на добу; 1 г цукрів містить 4,1 ккал енергії.

5. На дослідній ділянці з кожної з 10 рослин картоплі зібрали в середньому 14 бульб. З них 9 великих (більше 80 г), 3 середні (70 г) і 2 дрібні (60 г). Розмір ділянки  $10\text{ м}^2$ ; ширина міжряддя 60 см, а відстань між рослинами в рядку 30 см. Визначте: а) скільки рослин картоплі було на ділянці; б) який урожай зібрано з ділянки ?

6. У лісорозсаднику висіяли 5 грамів жолудів дуба. 300 штук жолудів важать 1кг. Скільки можна одержати сіянців, якщо відомо, що схожість насіння дуба 90%?

7. Відомо, що тривалість життя різних рослин неоднакова. Так, культурні сорти яблуні і груші доживають до 100 років. Визначте тривалість життя інших садових культур, якщо відомо, що черешня росте вдвічі більше, ніж яблуня, а волоський горіх на 50 років менше, ніж черешня. Смородина і малина живуть в 4 рази менше, ніж груша, а полуниця в 5 раз менше, ніж малина.

8. У 1 г чорнозему може бути 1 млрд. бактерій. Скільки відсотків загального обсягу ґрунту вони займуть, якщо об'єм 1 г чорнозему –  $0,65\text{ см}^3$ , а середній розмір бактеріальної клітини –  $1\text{ мкм}^3$  ?

9. На шкірі дорослої людини 85-1212 млн. бактерій. Загальна поверхня шкіри –  $1,6\text{ м}^2$ . Скільки бактерій припадає на  $1\text{ см}^2$  поверхні, якщо загальна їх кількість на шкірі окремої людини становить 500 млн. ?

10. Розміри бактеріальних клітин варіюють у межах від 0,1 до 10 мкм. Яку б довжини мав би ланцюжок з 100 млн. бактерій, які містяться в 1 г ґрунту? (для розрахунків використайте середній показник).

11. У пробах води, взятих з озера в липні, виявили 50 тисяч бактерій на 1 мл. Скільки бактерій знаходиться в 1 т води ?

12. У ялинових лісах Європи у врожайні роки опадає до 11 млн. насінин на 1 га. Проте проростає лише 0,2 %. Скільки проростків ялини може з'явитися на 1 га ?

13. Для утворення 1 г сухої речовини жито витрачає приблизно 600 г води. Яку масу води випарувало житнє поле площею 40 га за весь вегетативний період, якщо з кожного гектара зібрали 30 ц зерна і 32 ц соломи, а їх вологість становила 14 і 12% відповідно ?

14.3 одного гектара соняшника зібрали 25ц насіння з вологістю 16%. Скільки олії одержить господарство з 40 га, якщо її вміст в абсолютно сухому насінні становить 50% ?

15. Пилкові зерна вітрозапильних квіткових рослин дуже дрібні, але здаються справ-жніми гігантами порівняно зі спорами грибів, діаметр яких всього 0, 005 мм. Скільки спор міститься в 1 мг та 1 г їх маси, якщо маса однієї спори становить 1/20000000 мг ?

### 1.1.2. Пізнавальні задачі

1. Вам відомо, що рослини слід поливати. Чи потрібна вода кожній окремій клітині і чому?

2. За зовнішнім виглядом морські водорості схожі на рослини суходолу, однак ризоїди морської водорості – не корені, а тіло водорості – не листок. Чому ?

3. Давно помічено, що у північних морях, де вода холодна, водорості ростуть значно краще, ніж у морях південних широт. Поясніть це явище.

4. Там де з'являється мох сфагнум, ґрунт заболочується. Чому? Як і де використовується сфагнум ?

5. Відомо, що єгипетських фараонів ховали в тисових саркофагах. Як ви гадаєте, чому ?

6. Сосну дуже часто використовують у насадженнях для закріплення пісків, а ялина для цього не придатна. Як це пояснити ?

7. У тропічних лісах багато ліан та інших витких рослин, у той же час в лісах середньої широти вони майже не зустрічаються. Чому ?

8. Деякі зимові сорти яблук знімають з дерева ще зеленими і зовсім несмачними, проте через деякий час вони дозрівають. Поясніть це явище.

9. У листках рослин у хлоропластах інтенсивно відбувається процес фотосинтезу. Чи спостерігається цей процес у плодах ?

10. Видалення багатьох непотрібних організму речовин у тварин здійснюється через видільну систему. А як і що виділяють рослини?

11. Восени поряд з молодими рослинами грициків звичайних у лісі можна зустріти квітучі рослини з плодами. Дайте пояснення цьому явищу.

12. Чому після вирубки лісу кореневі паростки та пагони, які з'явилися на пеньках, ростуть в десятки разів швидше, ніж молоді пагони рослин, що виростили з насіння?

13. Часто на скелях можна побачити сухі, наче зовсім позбавлені життя, лишайники. Проте як тільки пройде дощ, вони “оживають”. Чим це можна пояснити?

14. Кілька десятиріч тому на Чукотці випробували атомні та водневі бомби на землі й в атмосфері. Минув час і через 30-40 років виявилось, що корінні мешканці – чукчі – містять у своєму організмі в десятки разів більше радіоактивних речовин, ніж інші жителі планети. Яку роль в чукотській трагедії відіграли лишайники?

15. У Південно-Східній Азії є приблизно 2500 видів папоротей, а в європейських країнах – лише 150. Чим це пояснити?

16. Чим погрожує для людей забруднення продуктів нітратами?

17. На яких життєвих формах рослин – деревах, кущах чи травах – частіше зустрічаються чіпкі плоди та крилатки? Чому?

### 1.1.3. Творчі задачі

1. У стародавні часи під час виготовлення ікон виникла така проблема: дерево сильніше за інші матеріали підлягає гниттю, його також поїдають різні комахи. Як захищали дерев'яні частини ікон від швидкого руйнування?

2. Відомо, що папір виготовляють з деревини. Щоб отримати тонну паперової маси, стинають ліс на ділянці площею з футбольне поле. Все це необхідно прибрати, ділянку заново підживити і тільки потім можна знову насаджувати новий ліс. Це неефективно. Яким чином виростити нові дерева швидше і з меншими витратами?

3. Коли потрібно видалити з зерен кофе насіння бур'янів, використовують машину, що осаджує на останні металевий порошок. Потім за допомогою магнітів насіння бур'янів витягуються з загальної маси. Чому це можливо? Чому металевий порошок “чіпляється” тільки до бур'янів, а до зерен кофе – ні?

4. У газеті “Аргументи і факти” у статті, що висвітлює найбільш великі катастрофи ХХ століття, надрукували: “Пароход “Титаник” ночью 14 апреля 1912 года столкнулся с айсбергом, пропоровшим ему борт. Почему это произошло? Ведь не смотря на ночь, на палубе было много пассажиров и членов экипажа, приближение белой громадины айсберга они просто не могли не заметить. Однако, по свидетельству спасшихся пассажиров, не заметили. Это было возможно только в том случае, если айсберг был... темный”. Запропонуйте гіпотезу походження “темного айсберга”.

5. В Англії у 1348 році була страшна епідемія чуми. Вмерла велика кількість людей. Нікому стало пасти овець лендлордів, тому довелося перевести їх отари до кошар, що обгороджені парканом. Але паркани періодично потребували ремонту, а підтримувати у порядку паркани великої довжини важко.

Як ремонтували паркани чи уникнути їх ремонту ? Підказ: Паркан сам себе доглядає.

## 1.2. РОЗДІЛ “ТВАРИНИ”

### 1.2.1. Розрахункові задачі

1. Довжина тіла інфузорії туфельки 0,2-0,3 мм. Вона весь час рухається. Швидкість її руху при кімнатній температурі становить 2-2,5 мм/с. Порівняйте відстань, яку проходить туфелька за секунду з довжиною її тіла.

2. Губки безперервно пропускають крізь тіло воду. Вчені підраховали, що за добу вони здатні пропустити приблизно 5 л води на 1 г маси. Яку масу води пропускає за добу туалетна губка, якщо її маса 40 г ?

3. В Італії з 100м<sup>2</sup> морського дна збирають 1215кг мідій. 46% становлять відходи – стулки, все останнє – ніжне м'ясо, багате на білок, вітаміни, вуглеводи. Яку масу м'яса одержують з мідій, зібраних на 1 м<sup>2</sup>?

4. Висяча павутинна нитка завдовжки 9 км має масу 0,07 г. Яка маса павутинної нитки такої довжини, що нею можна було б обмотати всю земну кулю по екватору й меридіану? Довжина земної кулі по екватору – 40075,6 км, по меридіану – 40008,5 км.

5. За літо колорадський жук дає 2-3 покоління. Самка кожного разу відкладає 400-500 яєць, іноді і до 2000. Припустимо, що вона відклала 400 яєць. Яка кількість жуків виведеться в другому і третьому поколіннях? Співвідношення самців і самок у потомстві однакове.

6. В Україні трихограму використовують для боротьби з озимою совкою, яка пошкоджує озимі культури, кукурудзу, цукрові буряки, картоплю та ранні овочеві культури 20-30 тис. трихограм, випущених на 2 га посіву, зберігають господарствам 2-4 ц озимої пшениці, 30-40 ц цукрових буряків, 30-40 ц капусти. Яку масу врожаю пшениці, цукрових буряків чи капусти збереже трихограма, якщо площа пшениці 500 га, цукрових буряків – 200га, капусти – 50га ?

7. Самка сазана відкладає 800 тис. ікринок. Скільки можна було б одержати риби від однієї самки, якби всі ікринки збереглися і з кожної виросла риба масою 950 г ? Що трапляється з ікрою та мальками під час їх росту і розвитку ?

8. У перший рік життя, восени, короп важить у середньому 20 г. На другому році коропа досягають маси в середньому 600 г. Середня рибопродуктивність ставків становить близько 250 кг/га. Визначте: а) яку масу (кг) риби можна одержати, якщо площа ставка становитиме 25 га; б) скільки приблизно коропів дворічного віку буде на цій площі ?

9. Пара польових горобців, вигодовуючи двох пташенят, протягом дня приносить їм близько 500 комах, У гнізді, як правило, буває 4-5 пташенят. Вигодовування триває в середньому протягом 10 днів. За літо в горобців буває до трьох виводків. Скільки комах знищує за весну – літо пара польових горобців?

10. Визначте тривалість життя у природі зазначених тварин, якщо відомо, що слон живе 80 років, а хатня миша у 8 раз менше. Вовк живе у 1,5 разів більше, ніж миша, а соболь у 2 рази менше, ніж вовк. Тривалість життя ведмедя бурого – 50 років, а оленя марала в 2 рази менше, ніж ведмедя.

### 1.2.2. Пізнавальні задачі

1. Більшість квіткових рослин вражаються комахами – шкідниками; мохи і папороті вражаються ними значно рідше. Поясніть ці факти.

2. У степу в озері, яке утворилося з талої води, через деякий час з'явилась риба. Запропонуйте, як це сталося.

3. З книги К. Брема: “Любопытная история произошла с арабом, который уснул на скале. Когда он на утро проснулся, то оказался совершенно голым; за ночь насекомые съели всю его одежду.” Про яких комах йшла мова, які фізіологічні особливості допомогли їм “з’їсти” одяг араба?

4. Якщо в калюжі знаходиться велика кількість пуголовків, то через деякий час частина їх гине і залишаються найбільш пристосовані. Як пояснити це явище?

5. Для найпростіших вуглекислий газ не є життєво необхідним, а у великих концентраціях – шкідливий. Незважаючи на це, інфузорії-туфельки завжди плывуть в бік, де більше вуглекислого газу. Чому ?

### 1.2.3. Творчі задачі

1. Відомо, скільки неприємностей завдають комарі, мошки та інші комахи людям. Особливо страждають жінки: їх колготи літом - ніщо для комарів, а червона пляма не прикрашає жіночу ніжку. Запропонуйте засіб, як захистити ноги, якщо на них колготи?

2. Чому корови любляють пастися біля залізничної коли?

3. З газети “Свободные новости” (Мінськ), травень 1994, №10: “Шла Первая мировая война. Падальные мухи поселились в ранах двух солдат немецкой армии, которые находились на поле боя несколько суток подряд. Когда солдат госпитализировали и промыли раньї, врачи были поражены прекрасным состоянием ран (обычно такие ранения приводили к смерти, в том числе из-за возникшего заражения крови)”. Дайте пояснення цьому явищу. Чи можливо застосовувати цей ефект у медичній практиці ?

4. “За рецептом Тома Сойера”. У ставку розвели невелику кількість форелі, але щоб отримати прибуток від її реалізації, ціна за 1 кг повинна бути вищою за ринкову. Як отримати прибуток від реалізації форелі ?

5. Із спогадів дресирувальника Наталії Юрїївни Дурової: “Когда мы работали в картине “Как помирились Иван Иванович с Иваном Никифоровичем”, то столкнулись с проблемой – свинья Мотя, валяясь в грязной луже, должна была сжевать бумагу, Она прекрасно делала полдела (валялась), но наотрез отказывалась есть листок. И мы придумали...” Що запропонувала Дурова ?

6. Як без сіток і вудочок у прибрежній смузі моря ловили рибу люди кам'яного віку ? Підказ: “Любопытной Варваре нос оторвали”.

7. Деякі великі морські птахи здатні “супроводжувати” у морях теплоходи, тривалий час переслідуючи їх. Чому?

8. Взимку кількість птахів у повітрі значно зменшується. Здавалось б. навпаки: робота м'язів підвищує теплопродукцію, і птахи повинні прагнути більш літати. Чому у морози птахи частіше сидять, розчепіривши пір'я?

9. Вигодовування свиней у підсобному господарстві має одну незручність: час від часу їх потрібно випускати у двір. Вони в цей час починають рити ґрунт, що призводить до руйнування сільськогосподарських будівель. Як цього уникли у господарствах України ?

10. Журнал “Вокруг света”, 1990, №3. “Исследователи заметили, что волки, пообедав валяются на останках своей добычи. Эта особенность поведения сохранилась и у волков, выросших возле человека”.

Яке пояснення можна дати такій поведінці вовків?

## 1.3. РОЗДІЛ “ЛЮДИНА”

### 1.3.1. Розрахункові задачі

1. Відомо, що маса скелета в процентах від маси тіла в риб та у водяних ссавців складає 8,5%, а в наземних тварин – 14,3%. Визначте: а) масу скелета невеликого кита, якщо маса його тіла дорівнює 3 т; б) масу скелета слона з масою тіла 3 т; в) яке пояснення з погляду теорії еволюції можна дати тому факту, що, незважаючи на однакову масу тіла вказаних тварин, їх скелети за масою відрізняються? г) дайте порівняльну характеристику опорно-рухових систем людини і водяних ссавців за такою схемою:

Фактор середовища – особливості будови – відповідні функції.

2. Визначте масу крові у своєму організмі, якщо відомо, що вона становить  $\frac{1}{13}$  маси тіла людини.

3. У 100 г крові людини міститься в середньому 16,7 г гемоглобіну. Визначте його масу у вашій крові.

4. В аорті, переріз якої становить  $8 \text{ см}^2$ , кров рухається зі швидкістю 20 см/с. Яка швидкість крові в капілярах, якщо їхній загальний переріз становить  $3200 \text{ см}^2$ ? Під час інтенсивної роботи швидкість руху крові в аорті зросла в 2 рази. Чому дорівнюватиме швидкість руху крові в капілярах?

Поясніть одержані результати, керуючись законом збереження енергії.

5. Покажіть графічно зміну кількості вуглекислого газу в повітрі приміщень з об'ємом:  $200 \text{ м}^3$ ,  $500 \text{ м}^3$ ,  $1000 \text{ м}^3$ . Визначте за графіком об'єм вуглекислого газу, який міститься в класному приміщенні об'ємом  $400 \text{ м}^3$ , що провітрюється. Як змінюється об'єм вуглекислого газу в класній кімнаті на кінець уроку, якщо в кімнаті 40 чоловік і кожний з них у середньому протягом однієї хвилини виділяє в процесі дихання 250 мл вуглекислого газу?

6. У спокійному стані людина вдихає і видихає близько  $500 \text{ см}^3$  повітря. Визначте, який об'єм кисню при цьому споживає людина, якщо відомо, що в атмосферному повітрі масова частка кисню становить 21 %, а в повітрі, яке людина видихає – 16%.

Який об'єм кисню вбирає людина за годину, якщо частота дихальних рухів за хвилину дорівнює 14? У якому об'ємі атмосферного повітря міститься відповідний об'єм кисню?

7. Втрата води організмом людини за 8 годин роботи людини внаслідок потовиділення може становити близько 10% маси тіла. Визначте можливі втрати води з розрахунку на власну масу.

Використовуючи поняття осмотичного тиску, поясніть підвищену потребу організму у воді.



8. Загальна маса гемоглобіну в крові людини – 600-700 г. Який максимальний об'єм (см<sup>3</sup>) кисню в крові, якщо 1 г гемоглобіну при повному насиченні зв'язує 1,34 см<sup>3</sup> кисню ?

9. Розрахуйте свою добову потребу у воді (в г), якщо добова потреба в ній дорослої людини становить 40 г на 1 кг маси тіла.

10. Доведено, що із 170 л первинної сечі, яка фільтрується в ниркових капсулах людини протягом доби, 168,5 л реасорбується в кров, а з організму виводиться лише 1,5 г сечі. Розрахуйте вихід сечі.

### **1.3.2. Задачі на енерговитрати, баланс речовин і норми харчування**

Для підтримання процесів життєдіяльності в організмі (кровообіг, газообмін, виділення і т.п.) та виконання розумової або фізичної роботи витрачається енергія АТФ. Сумарну кількість теплоти, яку виділяє організм, можна виміряти. Кількість енергії, яку організм виділяє у навколишнє середовище протягом доби, дорівнює так званому робочому обмінові (добова затрата енергії).

Витрачена енергія і поживні речовини, що були розщеплені в процесі дисиміляції, мають бути відновлені з їжею. Основними принципами раціонального харчування є:

1) відповідність енергетичної цінності їжі сумарним затратам енергії організму;

2) надходження з їжею поживних речовин, вітамінів і мінеральних солей в певному співвідношенні (збалансоване харчування).

Грунтуючись на табличних даних щодо кількісного та якісного складу білків і жирів у продуктах харчування, їхній енергоємності, а також, враховуючи загальні енерговитрати організму, складають харчові раціони, визначають норми харчування.

Під час розв'язування задач, пов'язаних із балансом речовин в організмі, треба виходити з того, що приблизне співвідношення в їжі білків, жирів і вуглеводів за масою повинно становити 0,85:1:3,8. Можна користуватися й іншим співвідношенням – 1:1:4 (для дорослої людини).

При повному розщепленні 1 г білків або 1г вуглеводів виділяється 17,6кДж Е, а 1 г жирів – 38,9 кДж Е.

1. Добова витрата енергії шахтаря становить 23408 кДж. Виходячи із середньодобової норми харчування, визначте, яку масу білків (у грамах) повинен отримати з їжею робітник. Харчування вважайте збалансованим.

2. Добова витрата енергії металурга мартенівського цеху становить 23408 кДж. Виходячи із середньодобової норми харчування, визначте, яку масу жирів (у грамах) повинен отримати з їжею металург. Харчування вважайте збалансованим.

3. Добова витрата енергії у тракториста під час посівної кампанії становить 23408 кДж. Виходячи із середньодобової норми харчування,

визначте, яку масу вуглеводів (у грамах) повинен отримати з їжею механізатор. Харчування вважайте збалансованим.

4. Під час змагань з легкої атлетики юнак витратив за добу 17556 кДж енергії. Виходячи із середньодобової норми харчування, визначте, яку масу білків (у грамах) повинен отримати з їжею спортсмен. Харчування вважайте збалансованим.

5. Добова витрата енергії вантажника промтоварної бази становить 17556 кДж. Виходячи із середньодобової норми харчування, визначте, яку масу вуглеводів (в грамах) повинен отримати з їжею вантажник. Харчування вважайте збалансованим.

6. Добова витрата енергії лікаря швидкої медичної допомоги становить 14630 кДж. Виходячи із середньодобової норми харчування, визначте, яку масу білків (у грамах) повинен отримати з їжею лікар. Харчування вважайте збалансованим.

7. Відомо, що паління негативно впливає на обмін речовин. Визначте, яку масу (мг) вітаміну С втрачає організм, при випалюванні пачки цигарок (20 шт.), якщо одна цигарка руйнує 25 мг цього вітаміну. Якій кількості добових норм споживання вітаміну це дорівнює, якщо середня добова потреба організму людини у вітаміні С становить 50 мг? До яких наслідків у зв'язку з цим може призвести регулярне зловживання тютюном?

8. У добовий раціон космонавтів входила така кількість поживних речовин: 100 г білків, 118 г жирів, 308 г вуглеводів. Визначте масові частки білків, жирів і вуглеводів у добовому раціоні космонавтів.

### 3.3. Пізнавальні задачі

1. Кістки людини, що виконує велику фізичну роботу, наприклад, спортсменів мають потовщення, бугри та інші особливості будови. Як ви це пояснюєте?

2. У досліджах з вивчення стомлення м'язів руки І.М. Сеченовим була виявлена цікава закономірність: рука, що стомилася, відпочиває швидше, якщо працюють м'язи іншої руки. Поясніть це явище.

3. У 1846 році на судні "Мері Сомс" загинув батальйон солдат, що сховалися від бурі в його трюмах, хоча саме судно залишилося зовсім неушкодженим. Що спричинило загибель солдат?

4. Дощ – це краплі води, що рухаються, але ми бачимо не окремі краплі, а струмки. Поясніть це явище.

5. Люди, які систематично їдять цибулю і часник, щоб позбутися запаху, полощуть рід, чистять зуби, проте, характерний запах не зникає. Чому?

## 1.4. РОЗДІЛ “ЗАГАЛЬНА БІОЛОГІЯ”

### 1.4.1. Задачі з молекулярної біології

#### 1.4.1.1. Хімічний склад клітини

**Типова задача №1.** Вміст Сульфуру в організмі людини становить 0,25 % від маси тіла. Яка маса Сульфуру входить до складу організму людини масою 70 кг ?

<b>Дано:</b> $\omega(S)=0,25\%$ $m(\text{тіла})=70\text{кг}$ <hr/> $m(S) - ?$	<b>Розв’язок</b> $\omega = \frac{m(S)}{m(\text{тіла})} \cdot 100\%; \quad m(S) = \frac{m(\text{тіла}) \cdot \omega}{100\%}$ $m(S) = \frac{70\text{кг} \cdot 0,25\%}{100\%} \approx 0,175$
--	--

**Відповідь:** маса Сульфуру – 0,175 кг.

**Типова задача №2.** У клітинах організму людини масові частки Оксигену, Карбону, Гідрогену складають відповідно 65,18 та 10%. Кількість речовини якого з названих елементів в організмі людини найбільша?

<b>Дано:</b> $\omega(O)=65\%$ $\omega(C)=18\%$ $\omega(H)=10\%$ <hr/> $\nu(O) - ?$ $\nu(C) - ?$ $\nu(H) - ?$	<b>Розв’язок</b> $M(O)=16 \text{ г/моль};$ $M(C)=12 \text{ г/моль};$ $M(H)=1 \text{ г/моль};$ $m(C) = 18\text{г} \quad \nu(C) = \frac{m(C)}{M(C)}; \quad \nu(C) = \frac{18}{12} = 1,5 \text{ моль}$ $m(O) = 65\text{г} \quad \nu(O) = \frac{m(O)}{M(O)}; \quad \nu(O) = \frac{65}{16} = 4,06 \text{ моль}$ $m(H) = 10\text{г} \quad \nu(H) = \frac{m(H)}{M(H)}; \quad \nu(H) = \frac{10}{1} = 10 \text{ моль}$
--	--

**Відповідь:** Кількість речовини Гідрогену найбільша.

**Типова задача №3.** Гемоглобін крові людини містить 0,34% Феруму (Fe). Визначте відносну молекулярну масу гемоглобіну.

<b>Дано:</b> $\omega(Fe)=0,34\%$	<b>Розв’язок</b>
-------------------------------------	------------------

$Mr(\text{гемоглобін}) ?$	$\omega(\text{Fe}) = \frac{Ar(\text{Fe})}{Mr(\text{гемоглобін})} \cdot 100\%;$ $Mr(\text{гемоглобін}) = \frac{Ar(\text{Fe})}{\omega(\text{Fe})} \cdot 100\%$ $Mr(\text{гемоглобін}) = \frac{56 \cdot 100\%}{0,34\%} = 16471$
---------------------------	--

**Відповідь:** Відносна молекулярна маса гемоглобіну становить 16471.

**Типова задача №4.** Скільки різних поліпептидів можна побудувати із 20 амінокислот, якщо в білку 300 амінокислотних ланок?

Дано:

$$m(\text{амінокислот}) = 20$$

$$n(\text{амінокислотних ланок}) = 300$$

$K(\text{поліпептидів}) - ?$

Розв'язок.

Для визначення кількості поліпептидів необхідно число 20, що несе інформацію про кількість амінокислот в білку, піднести до ступеня 300, що вказує на число амінокислотних ланок в білку.

$K = m^n$  де  $m$  – кількість амінокислот,  $n$  – кількість амінокислотних ланок.

$$K = 20^{300}$$

**Відповідь:** якщо в білку 300 амінокислот, то це  $20^{300}$  поліпептидів.

### Будова білка

Для розв'язування задач необхідно знати лінійні розміри амінокислот і їх середню молекулярну масу,

$l$  - лінійні розміри амінокислоти;

$$l(\text{амінокислоти}) = 0,35 \text{ нм}; 1 \text{ нм} = 10^{-6} \text{ мм};$$

$M$  - молекулярна маса;

$$M(\text{середня 1 амінокислоти}) = 110 \text{ дальтон}; 1 \text{ дальтон} = \text{в.а.о.}$$

**Типова задача №4.** Молекулярна маса каталази 224000 дальтон. Скільки амінокислотних ланок у цій молекулі?

Дано:

$$M(\text{каталази}) = 224000 \text{ дальтон};$$

$$M(\text{сер.амін-т.}) = 110 \text{ дальтон}$$

**Розв'язок:**

$$n = \frac{M(\text{білка})}{M(\text{сер.амінокислоти})}; \quad m = \frac{224000 \text{д}}{110 \text{д}}$$

$n(\text{амінокислотних ланок}) - ?$

**Відповідь:** У цій молекулі 2036 амінокислотних ланок.

**Типова задача №5.** Молекулярна маса пепсину 35500 дальтон. Яка довжина первинної структури цього білка?

Дано:

$M(\text{пепсину}) = 35500 \text{ дальтон};$

$M(\text{сер.амін-т.}) = 110 \text{ дальтон}$

$l_a = 0.35 \text{ нм}$

$l(\text{первинної структури білка пепсину}) - ?$

**Розв'язок:**

1. Визначаємо кількість амінокислотних ланок:

$$n = \frac{35500}{110} = 323 \text{ ланок}$$

2. Визначаємо довжину первинної структури пепсину:

$l = n \times l_a; \text{де } n - \text{кількість амінокислот};$

$$l = 323 \times 0,35 = 113,05 \text{ (нм)}$$

**Відповідь:** довжина первинної структури пепсину 113,05 нм.

### 1.4.1.2. Кількісний та якісний склад гену

Існують декілька типів задач:

- 1) побудова дволанцюгової ДНК;
- 2) на визначення довжини ДНК за відомою структурою;
- 3) на визначення кількості та масових часток нуклеотидів є ДНК;
- 4) на визначення довжини ДНК та кількості нуклеотидів по молекулярній масі ДНК;
- 5) комбіновані, які включають різні типи задач.

**Довідка:** Молекулярна маса одного нуклеотида – 345 дальтон; лінійні розміри нуклеотида – 0,34 нм.

**Типова задача №1.** У фрагменті одного ланцюга ДНК нуклеотиди розміщені в такій послідовності:

-А-А-Г-Т-Ц-Т-А-Г-Г-Т-А-Т-

а) Побудуйте схему дволанцюгової молекули ДНК:

б) Яка довжина цього фрагмента ДНК у нанометрах?

в) Визначте масові частки нуклеотидів у даному фрагменті ДНК?

*Розв'язок.*

1. Згідно з принципом комплементарності запишемо схему дволанцюгової ДНК: А-А-Г-Т-Ц-Т-А-Ц-Г-Т-А-Т-Т-Т-Ц-А-Г-А-Т-Г-Ц-А-Т-А-
2. Кожний нуклеотид має довжину 0,34 нм. Довжина дволанцюгового фрагмента дорівнює довжині одного ланцюга. У фрагменті 12 пар нуклеотидів. Отже довжина фрагмента:  
 $0,34 \times 12 = 4,08 \text{ (нм)}$ .
3. Визначаємо кількість нуклеотидів у ДНК (всього у 2 ланцюгах - 24 нуклеотида)

$$A=T=8; \quad G+C=24 - 16=8;$$

$$A+T=16; \quad G=C=4$$

4. Визначаємо масові частки нуклеотидів:

$$\frac{100\%}{24} \times 4 = 16,6\% \quad (\Gamma = \text{Ц})$$

$$\frac{100\%}{24} \times 8 = 33,4\% \quad (A = T)$$

*Або іншим шляхом:  $(A + T) + (\Gamma + \text{Ц}) = 100\%$ ;*

$$(A + T) = 100 - (16,6 + 16,6)$$

$$A + T = 100 - 33,2$$

$$A + T = 66,8\%$$

$$A = T = 66,8 : 2 = 33,4\%$$

*Відповідь:* а) Схема ДНК: б)  $l(\text{ДНК}) = 4,08$  нм.; в)  $A = 33,4\%$ ;  $T = 33,4\%$ ;  $\Gamma = 16,6\%$ ;  $\text{Ц} = 16,6\%$ .

### **Задачі для самостійного розв'язання**

1. В молекулі ДНК визначена така кількість гуанілових нуклеотидів (Г) – 880, які складають 22% від загальної кількості нуклеотидів цієї ДНК. Визначте: а) які масові частки нуклеотидів (окремо) в цій молекулі ДНК; б) яка довжина ДНК?

2. Дано фрагменти одного ланцюга ДНК:

1. ТАТЦГГГГААЦ...
2. ГЦГАТААГЦЦГАТ...
3. АГЦЦПТААПА..
4. ЦАААТТГГАЦГГГ...

Знайдіть у кожній задачі: а) масові частки нуклеотидів; б) довжину ДНК; в) структуру другого ланцюга.

3. Довжина фрагмента ДНК – 680 нм. Визначити число азотистих основ даного фрагмента.

4. фрагмент ланцюга ДНК має такий нуклеотидний склад: ПТЦАТААЦГЦТ... Визначте: а) послідовність нуклеотиду фрагмента другого ланцюга молекули ДНК; б) довжину та молекулярну масу цієї ділянки ДНК.

5. ДНК сперматозоїда людини містить  $10^9$  пар азотистих основ. Визначити довжину ДНК.

6. Фрагмент молекули ДНК містить 560 тимідинових нуклеотидів, що становить 28% від загального числа нуклеотидів. Визначити число інших нуклеотидів у даному фрагменті молекули ДНК і довжину фрагмента.

7. У молекулі ДНК з відносною масою 96000 містяться аденілові нуклеотиди загальною масою 8625. Визначити число нуклеотидів кожного виду, якщо молекулярна маса одного нуклеотида 345.

8. Яка довжина фрагменту ДНК, що складається з 30 нуклеотидів ?

9. Скільки і яких видів вільних нуклеотидів необхідно для редуплікації молекули ДНК, в якій  $A = 600$ , а  $G = 2400$ ?

10. Фрагмент молекули ДНК містить 440 гуанілових нуклеотидів, що становить 22% від загальної кількості нуклеотидів. Визначте довжину даного фрагмента ДНК, якщо довжина одного нуклеотида – 0,34 нм.

### **1.4.1.3. Біосинтез білка**

Уроки з біосинтезу білка закріплюють основні знання учнів про структуру та функції білків, ДНК, РНК, АТФ. Для засвоєння теми найбільш складним є трансляція, роль генетичного коду в цьому процесі.

Виділяють такі типи задач:

1. на розкодування білка – визначити первинну структуру білка, запрограмованого в протилежному ланцюгу ДНК;

2. на розкодування білка, запрограмованого в цьому ж ланцюгу ДНК (в цьому випадку другий ланцюг не враховується і не будується);
3. на визначення триплетів (антикодонів) т-РНК, які беруть участь у синтезі білка, який шукаємо;
4. на кодування білка – визначення структури РНК (гена) за відомою первинною структурою білка;
5. на випадки мутацій;
6. визначення маси і довжини гена;
7. комбіновані задачі на біосинтез білка та структуру ДНК.

Генетична інформація про ознаки організму зосереджена в генотипі – наборі генів, які є ділянками молекул ДНК і містяться в ядрах клітин. Різні види рибонуклеїнових кислот (і-РНК, т-РНК, р-РНК) забезпечують перенесення інформації клітині, транспорт амінокислот і функціонування рибосом. У багатьох вірусів носієм генетичної інформації є РНК.

ДНК і РНК – це полінуклеотиди. Мономером ДНК є дезоксирибонуклеотид. А мономером РНК – рибонуклеотид. Нуклеотид складається з трьох частин: пуринової або піримідинової азотистої основи; моносахариду рибози або дезоксирибози; залишку фосфорної кислоти.

За назвами азотистих основ відповідно називаються нуклеотиди (згідно з хімічною номенклатурою (УРАС): А – аденіловий, Г – гуаніловий, Ц – цитидиловий, Т – тамідиловий, У – уридиловий. ДНК містить нуклеотиди А, Т, Г, Ц, а РНК – відповідно А, У, Г, Ц. Маса одного нуклеотиду становить приблизно 345 а.о.м., а у довжину в ланцюзі він займає 0,34 нм.

Молекула ДНК являє собою правозакручену спіраль, яка складається з двох ланцюгів нуклеотидів, комплементарне сполучених один з одним водневими зв'язками  $A = T$ ,  $G = C$ . За так званими правилами Чаргаффа: 1.  $nA = nT$ ,  $nC = nG$ ; 2.  $(nA + nG) = (nT + nC)$ , де  $n$  – кількість нуклеотидів.

Основні функції ДНК – збереження і передача генетичної інформації – забезпечуються такими процесами:

- напівконсервативним самоподвоєнням ДНК під час синтетичного періоду інтерфази (реплікація);
- використанням молекули ДНК як матриці для синтезу інформаційної та інших видів РНК (транскрипція).

Молекули РНК відіграють головну роль у процесах біосинтезу поліпептидів і (білків) у клітині. РНК складається з одного полінуклеотидного ланцюга, у якому нуклеотиди, так само як і в кожному ланцюзі ДНК, сполучені фосфодієфірними зв'язками між моносахаридами. Відносно нуклеотидів ланцюга РНК принцип комплементарності застосовувати не можна, проте молекула РНК є комплементарною до відповідного фрагмента ДНК, наприклад:



3'ЦАТТГЦТАГТТТТАА 5' – фрагмент ДНК

5'ТТААЦГАТЦААААТТ 3'

3'ЦАУУГЦУАГУУУУАА 5' – фрагмент і-РНК

Цифрами 3' і 5' позначаються відповідні атоми Карбону в моносахаридах нуклеотидів, Тому ці частини РНК мають назву 3'-кілець, 5'-кілець.

Транскрипція відбуваються у напрямку від 3'- до 5'-кінця старого ланцюга. Ці процеси перебігають в ядрі і матрицею для них є один із ланцюгів ДНК. Трансляція (синтез поліпептидного ланцюга) здійснюється на рибосомах у напрямку від 5'- до 3'-кінця молекули і-РНК.

Установлено, що послідовність розміщення нуклеотидів у ДНК та в і-РНК визначає послідовність включення амінокислот у поліпептидний ланцюг. Ця відповідність лінійної будови однієї хімічної системи будові іншої системи дістала назву генетичний код.

#### **Генетичний код має такі характеристики:**

1. триплетність – одну амінокислоту кодують три нуклеотиди, розміщені поруч (триплет в і-РНК називають кодоном);
2. виродженість – кожен амінокислоту (крім метіоніну і триптофану) кодує більше ніж один триплет;
3. колінеарність – послідовність триплетів нуклеотидів точно відповідає послідовності амінокислотних залишків у поліпептиді;
4. неперехресність – два розміщені поруч триплети (шість нуклеотидів) кодують лише дві амінокислоти;
5. універсальність – код практично є єдиним для неклітинних і клітинних форм жит-я. Триплет АУГ в і-РНК є стартовим кодоном, а кодони УАГ, УАА і УГА – кодонами-термінаторами (означають кінець синтезу поліпептиду).

Крім інформаційної РНК, у клітині є транспортна (т-РНК) та рибосомна (р-РНК). Молекули р-РНК у комплексі з рибосомними білками і ферментами утворюють рибосому, в якій і відбувається біосинтез білка. Існує понад 60 видів різних т-РНК, кожна з яких транспортує специфічну амінокислоту до рибосоми. Кодон і-РНК розпізнається за принципом комплементарності за допомогою трьох нуклеотидів т-РНК, які називають антикодоном. Завдяки цьому відбувається трансляція, тобто складання закодованої амінокислотної послідовності. Тривалість синтезу однієї білкової молекули залежить від кількості амінокислот у її складі. **Для приєднання однієї амінокислоти (один “крок” рибосоми) потрібно 0,2 секунди.** Таким чином, синтез однієї молекули білка, яка складається з 300 амінокислотних залишків, триває протягом  $0,2 \times 300 = 60$  (секунд), тобто 1 хвилину.

Під час розв'язування запропонованих нижче задач **молекулярну масу однієї амінокислоти можна вважати рівною 100 а.о.м.** Це дає змогу за відомою масою білкової молекули визначити кількість її амінокислотних залишків і, отже, – кодонів і-РНК.

**Типова задача №1.** На ділянці лівого ланцюжка ДНК нуклеотиди розташовані в такій послідовності: АГАТАТТГТТЦТ... Яку первинну структуру буде мати білок, який синтезується за участю протилежного – правого ланцюжка ДНК? Методичні рекомендації щодо розв’язання:

Триплети (кодони) ДНК		Триплети (кодони) і-РНК		Амінокислоти (первинна структура білкової молекули)
А - Т		А		1
Г - Ц	1	Г	1	Арг
А - Т		А		
Т - А		У		
А - Т	2	А	2	2
Т - А		У		Тир
Т - А		У		
Г - Ц	3	Г	3	3
		У		Цис
Т - А		У		
Ц - Г	4	Ц	4	4
Т - А		У		Сер

1. Відомі в задачі нуклеотиди ДНК (лівий ланцюг) записати вертикально, записуючи їх в триплети (кодони) з інтервалами між ними, а, поряд, правіше., побудувати за принципом комплементарності, правий ланцюг.

2. Відобразити транскрипцію: паралельно правому ланцюгу комплементарне будуємо ланцюг і-РНК, яка буде переносити інформацію з ДНК на рибосому.

3. Зображуємо трансляцію – зборку амінокислот у білкову молекулу; паралельно з і-РНК будуємо чотири кружечка (умовні позначення амінокислот по числу і протилежно триплетів і-РНК), пронумерувати їх послідовно і з’єднати між собою (пептидні ковалентні зв’язки) у білкову молекулу.

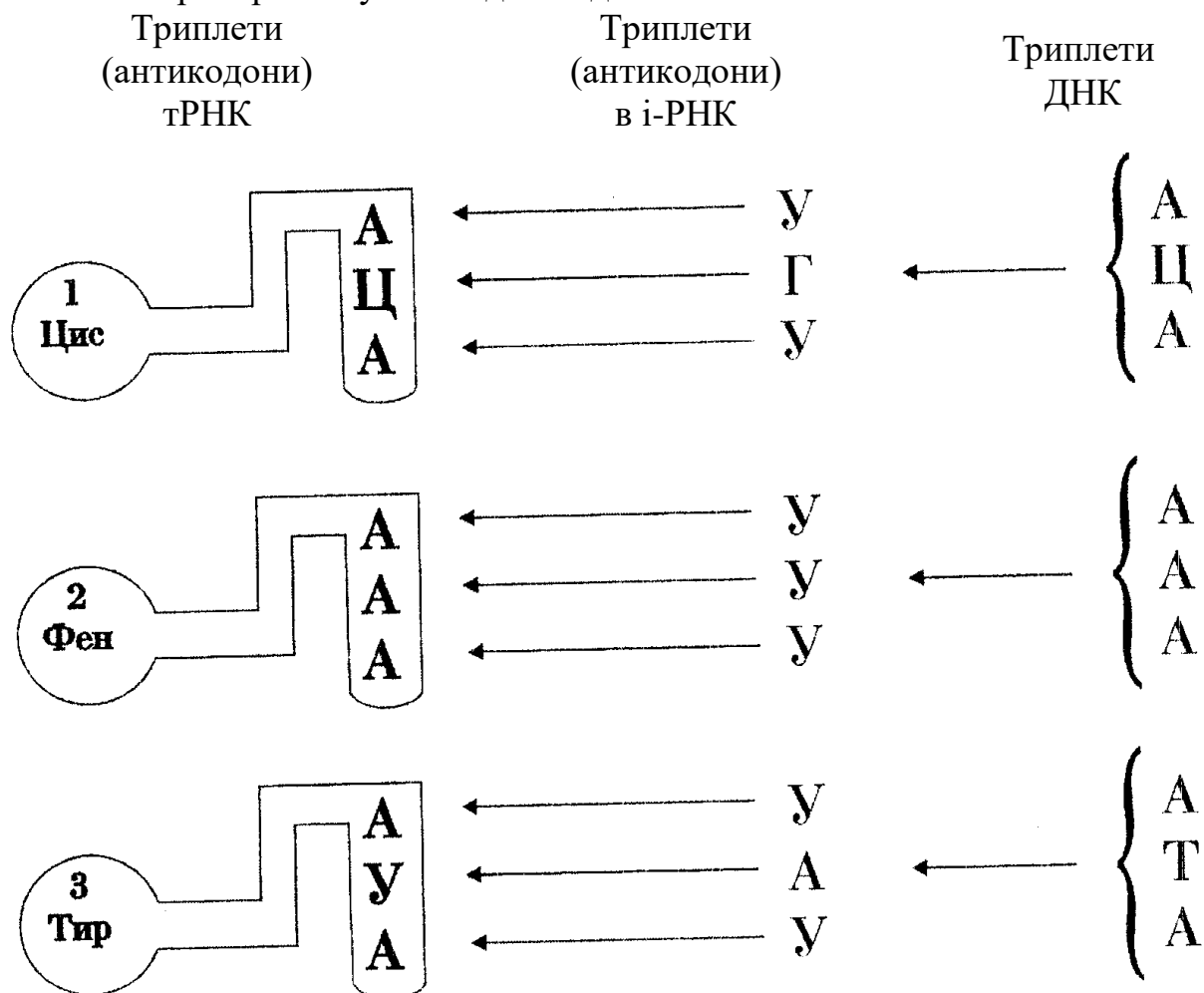
4. По таблицям генетичного коду (*Додаток А*) визначаємо назви амінокислот і вписуємо в кружечки загально визначені скорочення назви амінокислот.

*Відповідь:* Аргінін – тирозин – цистеїн – серин.

**Типова задача №2.** Ділянка ланцюга ДНК: АЦАААААТА...  
Визначте:

- первинну структуру відповідного білка;
- триплети (антикодони) т-РНК, які беруть участь в синтезі цього білка.

Під час розв'язування задач цього типу т-РНК краще зображувати умовно у вигляді “крючка” з триплетом (антикодоном) на головній частині і вишиковувати їх вертикально напроти відповідних амінокислот таким чином, щоб всі три нуклеотиди антикодону т-РНК були комплементарні трьом нуклеотидам кодона і-РНК.



**Типова задача №3.** Визначте молекулярну масу і довжину гена, якщо у ньому закодовано поліпептид з молекулярною масою 28 000 а.о.м. Що має більшу масу – білок чи ген, який його кодує?

*Розв'язок.*

1. Білок складається з 28 000 а.о.м.: 100 а.о.м. = 280 (амінокислот).
2. Цей білок кодується одним із ланцюгів гена, який містить  $280 \times 3 = 840$  нуклеотидів.
3. Молекулярна маса гена (який складається з двох ланцюгів ДНК) дорівнює:  $345 \text{ а.о.м.} \times 840 \times 2 = 579\,600 \text{ а.о.м.}$
4. Довжина гена дорівнює довжині одного з його ланцюгів:  $0,34 \times 840 = 285,6 \text{ (нм)}$ .
5. Порівняємо масу гена і масу поліпептиду:  
 $579\,600 \text{ а.о.м.} : 28\,000 \text{ а.о.м.} = 20,7$ , тобто ген більш як у 20 разів важчий за білок.

**Типова задача №4.** Структурний ген (фрагмент молекули ДНК) містить 384 цитидилових нуклеотидів, що становить 20% їхньої загальної кількості. В екзонних ділянках цього гена закодовано білок, який складається з 120 амінокислотних залишків.

1. Визначте нуклеотидний склад гена. 2. Яка молекулярна маса інтронних ділянок гена? 3. Наскільки зріла і-РНК коротша за про-і-РНК?

*Розв'язок.*

1. Визначимо загальну кількість нуклеотидів у фрагменті ДНК. Оскільки на цитидилові нуклеотиди припадає 20% загальної їх кількості, то загальна кількість нуклеотидів становить:

$$384 \times 100\% : 20\% = 1920 \text{ (нуклеотидів).}$$

Кількість гуанілових нуклеотидів дорівнює кількості цитидилових, а аденілових і тимідилових міститься по:

$$(1920 - 384 \times 2) : 2 = 576 \text{ (нуклеотидів).}$$

2. Знайдемо кількість нуклеотидів у екзонних ділянках гена:

$$120 \times 3 \times 2 = 720 \text{ (нуклеотидів).}$$

Тоді в інтронних ділянках гена буде:

$$1920 - 720 = 1200 \text{ (нуклеотидів).}$$

Їхня молекулярна маса становить:

$$345 \times 1200 = 414\,000 \text{ (а.о.м.).}$$

3. Довжина молекули про-і-РНК дорівнює довжині структурного гена:

$$0,34 \times 960 = 326,4 \text{ (нм).}$$

Зріла і-РНК складається лише з інформативної частини, її довжина:

$$0,34 \times 360 = 122,4 \text{ (нм).}$$

Різниця в довжині про-і-РНК та зрілої РНК:

$$326,4 - 122,4 = 204 \text{ (нм).}$$

### **Задачі для самостійного розв'язання**

1. Визначте первинну структуру білка, закодованого в лівому ланцюзі гена, якщо його правий ланцюг має таку послідовність нуклеотидів:

1. ГАТАТТТАЦГЦА...

2. ТГТТАТЦААЦКТ...

3. ЦАМТТЦААААГТГТ...

2. Знайдіть первинну структуру білка, що синтезується, якщо ділянка ланцюга ДНК має таку структуру:

1. ЦГТ ГАТ ТТТ ТГТ ТТГ...

2. АЦА АТА ААА ПТ...

3. ТААЦГТЦТАЦТААТГ...

3. Визначить антикодони т-РНК, які беруть участь у синтезі білків:

1. асп-ала-іле-гли...

2. про-цис-асп-гис-про...

4. Один із ланцюгів фрагмента ДНК має таку послідовність нуклеотидів:

3' АГТ АЦЦ ГАТ ЦЦТ ЦГА ТТТ АЦГ 5'. Визначте послідовність нуклеотидів і-РНК, закодованої в даному фрагменті ДНК.

5. Початок ланцюга однієї із фракцій гістону H<sub>3</sub>, виділеного з тимуса теляти, має таку послідовність амінокислот: ала–арг–тре–ліз. Визначте можливу будову кодуєчих фрагментів і-РНК і дволанцюгової ДНК.

6. Поліпептид складається з 10 амінокислот, розміщених у такій послідовності: глн–про–ада–сер–мет–три–асп–гли–асн–гіс. Визначте структуру і-РНК, яка кодує даний поліпептид.

7. Фрагмент ланцюга і-РНК складається з послідовно розміщених кодонів: АУЦ ГУГ АУГ УГЦ УУУ АУА ЦАА АУЦ УАА. Які амінокислоти повинні перенести т-РНК до місця синтезу білка, закодованого цією ділянкою і-РНК, і які антикодони повинні мати ці т-РНК ?

8. Визначте амінокислотний склад поліпептиду, який кодується і-РНК такого складу: ЦЦГЦАЦЦУАЦГУ.

9. Фрагмент молекули білка міоглобіну містить амінокислоти у такому порядку: Ала–глу–тир–сер–глн.

Визначте структуру ділянки ДНК, яка кодує цю послідовність амінокислотних залишків.

10. Дано такий фрагмент молекули ДНК:  
перший ланцюг – 5' АЦЦГАТТАТЦЦААЦЦТГЦ 3',  
другий ланцюг – 3' ТГГЦТААТАГГТТГГАЦГ 5' відповідно.  
Визначте послідовності амінокислот, закодованих в обох полінуклеотидних ланцюгах даного фрагмента ДНК.

11. Ділянка молекули білка має таку будову: іле–асн–ала–сер–три–ала.

Визначте кількісне співвідношення нуклеотидів у ланцюзі ДНК, який кодує цей фрагмент білка.

12. Визначте молекулярну масу і довжину гена, який містить інформацію про білок з молекулярною масою 28 0000 а.о.м.

13. Відносна молекулярна маса білка – 100 000, а молекулярна маса однієї амінокислоти – 100 а.о.м. Визначте довжину відповідного гена, який кодує цей білок, якщо довжина одного нуклеотиду становить 0,34 нм.

14. Відносна молекулярна маса білка -100 000, а молекулярна маса однієї амінокислоти – 100 а.о.м. Визначте масу відповідного гена, який кодує цей білок, якщо маса одного нуклеотиду становить 345 а.о.м.

15. Фрагмент молекули ДНК містить 440 гуанілових нуклеотидів, що становить 22% загальної кількості нуклеотидів. Визначте довжину даного фрагмента ДНК, якщо довжина одного нуклеотиду – 0,34 нм,

16. Фрагмент молекули ДНК містить 440 гуанілових нуклеотидів, що становить 22% загальної кількості нуклеотидів. Визначте масу даного фрагмента ДНК, якщо маса одного нуклеотиду – 345 а.о.м.

**17.** Фрагмент молекули ДНК містить 440 гуанілових нуклеотидів, що становить 22% загальної кількості нуклеотидів. Визначте масу і-РНК, яка є транскрипційною копією даного фрагмента.

**18.** У результаті біохімічного аналізу в молекулі і-РНК людини виявлено 440 гуанілових нуклеотидів, 325 – аденілових, 128 – цитидилових й 348 – уридилових. Скільки гуанілових нуклеотидів міститься у фрагменті молекули ДНК, транскрипційною копією якої є дана і-РНК?

**19.** У молекулі і-РНК виявлено 160 гуанілових нуклеотидів, 320 – аденілових, 130 – цитидилових і 300 – уридилових.

1 Скільки нуклеотидів кожного виду міститься в ділянці молекули ДНК, який є матрицею для синтезу даної і-РНК? 2. Яка довжина цієї ділянки молекули ДНК?

**20.** Довжина фрагмента ДНК становить 1 530 нм. Скільки в ньому закодовано білкових молекул, які складаються в середньому із 300 амінокислотних залишків?

**21.** Скільки амінокислотних залишків (у середньому) містять білкові молекули, коли відомо, що у фрагменті ДНК з масою  $4 \times 10^6$  а.о.м. закодовано 4 білкові молекули ?

**22.** Визначте співвідношення (А+Т) / (Г+Ц), довжину і масу фрагмента ДНК, який кодує такий поліпептид: лей–іле–мет–ала–сер–три–тир. Скільки часу триватиме синтез цього поліпептиду на рибосомі ?

**23.** СНІД (синдром набутого імунodefіциту) - інфекційна хвороба, яка передається переважно статевим шляхом. Збудник СНІДу (вірус імунodefіциту людини – ВІЛ) – ретровірус, спадковий матеріал якого – РНК – містить 9 213 нуклеотидів.

1. Скільки триплетів має РНК ВІЛ? 2. Визначте сумарну молекулярну масу білкових молекул, закодованих у геномі вірусу, якщо на структурні гени припадає 4 000 нуклеотидів.

**24.** Структурний ген ферменту РНК-полімерази містить 9 450 пар нуклеотидів. Відомо, що РНК-полімераза складається з 329 амінокислотних залишків. Скільки кодуючих і некодуючих нуклеотидних пар міститься в гені РНК-полімерази? Яка молекулярна маса зрілої і-РНК?

**25.** Молекула про-і-РНК складається з 1 800 нуклеотидів, причому на інтронні ділянки припадає 600 нуклеотидів. Яку кількість амінокислотних залишків містить поліпептид?

**26.** Молекула про-і-РНК складається з 900 нуклеотидів, причому на інтронні ділянки припадає 300 нуклеотидів. Визначте довжину і масу молекули і-РНК, яка братиме участь у трансляції.

**27.** Скільки нуклеотидів має ген (обидва ланцюги ДНК), в якому запрограмований білок інсулін з 51 амінокислоти?

**28.** Скільки нуклеотидів мають гени, в яких запрограмовані такі білки: а) з 500 амінокислот; б) з 25 амінокислот; в) з 48 амінокислот?

29. Молекулярна маса білка дорівнює 50000. Знайдіть довжину відповідного гену.

30. Відносна молекулярна маса чотирьох видів білка: а) 3000; б) 4000; в) 78000; г) 3500. Знайдіть довжини відповідних генів.

31. Один з ланцюгів ДНК має молекулярну масу 34155. Знайдіть кількість мономерів білка, запрограмованого в цій ДНК.

32. Яку довжину буде мати ген, під контролем якого синтезований білок з 400 амінокислот?

33. Яку довжину має ген, що кодує інсулін, якщо відомо, що молекула інсуліну має 51 амінокислоту?

34. Яке число нуклеотидів міститься в одному ланцюгу ДНК, що кодує поліпептид, який складається з 250 амінокислот, якщо 25% триплетів входять до складу інтронів?

35. Початкова ділянка ланцюга інсуліну має такі 10 амінокислот: фен–вал–асп–глу–гіс–лей–цис–глі–сер–гіс–... Визначте відношення кількостей нуклеотидів (А+Т) до (Г+Ц) у ланцюгу ДНК, що кодує цю ділянку інсуліна.

36. Білковий ланцюг складається з таких амінокислот: валін–лейцин–гістидин–серин–глутамін–фенілаланін–аспаргіл. Яку довжину та молекулярну масу буде мати ген, що кодує цей ланцюг?

37. Молекула і-РНК складається з 1335 нуклеотидів. із кількох амінокислот будуть складатися білки, які синтезуються із цієї молекули і-РНК, якщо серед них є один триплет УАГ та 2 триплета УГА?

#### **1.4.1.4. Способи клітинного поділу. Каріотип**

Способами клітинного поділу є мітоз і мейоз.

Мітоз і мейоз забезпечують передачу генетичної програми як під час поділу клітин. *Мітоз* – це такий непрямий спосіб клітинного поділу, в результаті якого з однієї вихідної клітини утворюються дві дочірні, диплоїдні клітини. Він відбувається як при поділі соматичних клітин, так і при утворенні статевих клітин.

Мейоз – це непрямий спосіб клітинного поділу, в результаті якого з однієї вихідної клітини утворюються чотири гаплоїдні клітини. Він відбувається у статевих залозах (зона дозрівання) у тварин, під час утворення мікроспор та мегаспор у рослин, при чергуванні поколінь у деяких одноклітинних.

Отже, у процесі мейозу генетична програма змінюється, а мітозу – ні. Для розв'язання запропонованих нижче задач доцільно використовувати загальноприйняті умовні позначення: *n* – гаплоїдний набір хромосом у ядрі клітини; *c* – маса ДНК, яка міститься у гаплоїдному наборі. Каріотип – це хромосомний набір, який характеризується кількістю, розмірами і формою хромосом. Це універсальна видова ознака.

### Задачі для самостійного розв'язання

1. Клітини кореню ячменю мають 14 хромосом, Скільки хромосом у клітинах: а) епідермісу; б) тичинкової нитки; в) пилку?

2. Гаплоїдна кількість хромосом у собак дорівнює 39. Скільки хромосом: а) у сперматозоїді; б) у клітинах шкіри; в) у яйцеклітині до запліднення; г) у заплідненій яйцеклітині?

3. У пилку вишні садової 16 хромосом, шпинату – 6, капусти – 9. Яка кількість хроматид буде у кожного із перелічених видів у кінці інтерфази мейозу?

4. У ядрі соматичної клітини морського їжака (тип Голкошкіри) на стадії профазі мітозу міститься  $3,6 \times 10^5$  мг ДНК. Яка маса ДНК буде в клітині на стадії профазі першого поділу мейозу? Чи однакова там кількість генетичної інформації?

5. На початку профазі мітозу у ядрі соматичної клітини однодольної рослини лілії міститься  $232 \times 10^9$  мг ДНК. Визначте вміст ДНК у зрілому пилковому зерні цієї рослини.

6. У чоловічій статевій залозі в зоні росту міститься 10 000 первинних статевих клітин. Скільки з них утвориться сперматозоїдів?

7. У зоні росту в жіночій статевій залозі міститься 10 000 первинних статевих клітин. Скільки яйцеклітин з них утвориться?

8. Ядро соматичної клітини людини містить 46 хромосом. Скільки хромосом містить первинна статеві клітина в зоні розмноження статевої залози на стадії анафази?

### 1.4.1.5. Обмін речовин і енергії у клітині

При вивченні енергетичного обміну та його етапів шлях до знань веде через розв'язання низки задач, які дають можливість учням глибше усвідомити процеси та основні етапи енергетичного обміну. Ось зразок розв'язання задач з цієї теми.

**Типова задача № 1.** Розрахуйте масу АТФ, що синтезується за добу в організмі людини з раціоном харчування 12000 кДж. ( $M(\text{АТФ})=504$  г/моль). Пам'ятайте, що на утворення АТФ витрачається лише половина енергії хімічних зв'язків речовин, що надходять в організм, інша половина енергії перетворюється в теплову.

Дано:

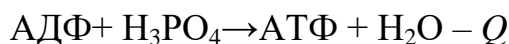
$$Q_p = 12000 \text{ кДж}$$

$$Q(\text{АТФ}) = 40 \text{ кДж}$$

$$M(\text{АТФ}) = 504 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{АТФ}) = ?$$

Розв'язок.



$$\mathbf{1 \text{ спосіб}} : \frac{1 \text{ моль АТФ}}{40 \text{ кДж}} = \frac{X \text{ моль}}{6000 \text{ кДж}}$$

$$X = \frac{6000 \text{ кДж} \times 1 \text{ моль}}{40 \text{ кДж}} = 150 \text{ моль}$$

$$m(\text{АТФ}) = M(\text{АТФ}) \cdot X$$

$$m(\text{АТФ}) = 504 \text{ г/моль} \times 150 \text{ моль} = 75600 \text{ г} = 75,6 \text{ кг}$$



## 2 спосіб:

$$1) v(AT\Phi) = \frac{m(AT\Phi)}{M(AT\Phi)} \Rightarrow m(AT\Phi) = v(AT\Phi) \times M(AT\Phi) \quad (\text{основне співвідношення})$$

$$2) v(AT\Phi) = \frac{\frac{1}{2} Q_p}{Q(AT\Phi)} \quad (\text{додаткове співвідношення})$$

$$3) m(AT\Phi) = \frac{\frac{1}{2} Q_p}{Q(AT\Phi)} \times M(AT\Phi) \quad (\text{розрахункове співвідношення})$$

$$m(AT\Phi) = \frac{\frac{1}{2} \times 12000 \text{ кДж}}{40 \text{ кДж}} \times 504 \text{ г/моль} = 75600 \text{ г} = 75,6 \text{ кг}$$

*Відповідь:* в організмі людини синтезується 75,6 кг АТФ.

**Типова задача № 2.** М'язи ніг під час бігу за 1 хвилину витрачають 24 кДж енергії. Яку масу глюкози витратять м'язи ніг за 50 хвилин, якщо половину часу в м'язах буде йти повне засвоєння глюкози, а другу половину – безкиснєве?

Дано:

$$t = 50 \text{ хв.}$$

$$Q_p / \text{хв.} = 24 \text{ кДж}$$

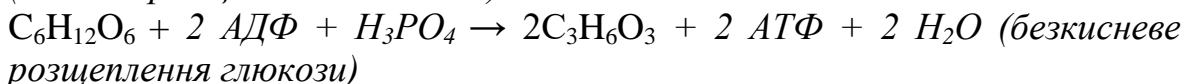
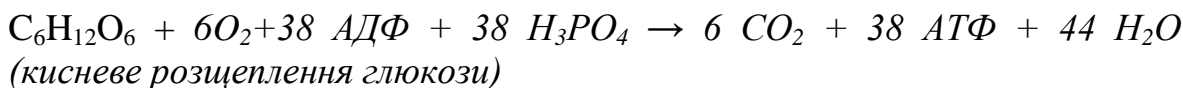
$$M(C_6H_{12}O_6) = 180 \text{ г/моль}$$

$$Q(AT\Phi) = 40 \text{ кДж}$$

$$M(C_6H_{12}O_6) - ?$$

*Розв'язок.*

### 1 спосіб:



$$1) m(C_6H_{12}O_6) = y(C_6H_{12}O_6) \times 2M(C_6H_{12}O_6)$$

$$2) v(C_6H_{12}O_6) = v(Q_p)$$

$$3) v(Q_p) = Q_{p1} / Q_{p2}$$

$$4) Q_{p1} = t \times v < Q_p / \text{хв}$$

$$6) v(Q_p) = \frac{t \times Q_p / \text{хв}}{40 Q(AT\Phi)}$$

$$7) m(C_6H_{12}O_6) = \frac{t \times Q_p / \text{хв}}{40 Q(AT\Phi)} \times 2M(C_6H_{12}O_6)$$

$$m(C_6H_{12}O_6) = \frac{50 \text{ хв} \times 24 \text{ кДж} / \text{хв}}{40 \times 40 \text{ кДж}} \times 2 \times 180 \text{ г/моль} = 270 \text{ г}$$

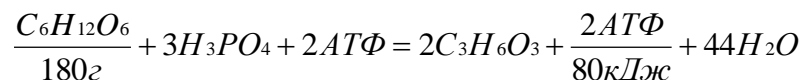
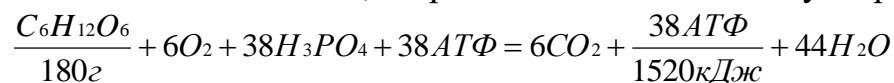
$$5) Q_p = 40 Q_p(AT\Phi)$$

## 2 спосіб:

Визначаємо кількість енергії, яка затрачена м'язами ніг за 50 хвилин бігу:

$$24 \text{кДж/хв.} \times 50 \text{хв.} = 1200 \text{кДж}$$

Яка кількість глюкози, затрачена м'язами ніг для утворення 1200 кДж?



180 г + 180 г глюкози дає 1520 кДж + 80 кДж

x г глюкози дає 1200 кДж енергії

$$x = \frac{360 \text{г} \times 1200 \text{кДж}}{1600 \text{кДж}} = 270 \text{г} (C_6H_{12}O_6)$$

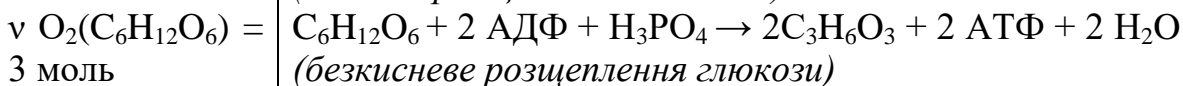
Відповідь: м'язи ніг витрачають 270 г глюкози.

**Типова задача № 3.** У процесі дисиміляції пройшло розщеплення 17 моль глюкози, з яких кисневому розщепленню піддались 3 моль.

Визначте: а) яка кількість речовини молочної кислоти і вуглекислого газу при цьому утворилась; б) яку кількість речовини АТФ при цьому утворено; в) яку кількість речовини кисню витрачено на окислення утвореної при цьому молочної кислоти.

Дано:

Розв'язок.



1. На основі рівняння реакції кисневого розщеплення глюкози розрахуємо:

$v(C_3H_6O_3) - ?$

$v(CO_2) - ?$

$v(ATP) - ?$

$v(O_2) - ?$

$$a) \frac{v(CO_2)}{6} = \frac{vO_2(C_6H_{12}O_6)}{1} \Rightarrow v(CO_2) = 6vO_2(C_6H_{12}O_6)$$

$$v(CO_2) = 6 \times 3 \text{ моль} = 18 \text{ моль}$$

$$б) \frac{v(O_2)}{6} = \frac{vO_2(C_6H_{12}O_6)}{1} \Rightarrow v(O_2) = 38vO_2(C_6H_{12}O_6)$$

$$v(CO_2) = 6 \times 3 \text{ моль} = 18 \text{ моль}$$

$$в) \frac{v(ATP)}{38} = \frac{vO_2(C_6H_{12}O_6)}{1} \Rightarrow v(ATP) = 38vO_2(C_6H_{12}O_6)$$

$$v(ATP) = 38 \times 3 \text{ моль} = 114 \text{ моль}$$

2) На основі рівняння реакції

$$\frac{\nu(C_3H_6O_3)}{2} = \frac{\nu O_2(C_6H_{12}O_6)}{1} \Rightarrow \nu(C_3H_6O_3) = 2\nu O_2(C_6H_{12}O_6)$$

$$\nu(C_3H_6O_3) = 2 \times 14 \text{ моль} = 28 \text{ моль}$$

$$\frac{\nu(AT\Phi)}{2} = \frac{\nu O_2(C_6H_{12}O_6)}{1} \Rightarrow \nu(AT\Phi) = 2\nu O_2(C_6H_{12}O_6)$$

$$\nu(AT\Phi) = 2 \times 14 \text{ моль} = 28 \text{ моль}$$

в) Сумарна:

$$\nu(AT\Phi) = \nu O_2(AT\Phi) + \nu O_2(AT\Phi)$$

$$\nu(AT\Phi) = 114 \text{ моль} + 28 \text{ моль} = 142 \text{ моль}$$

*Відповідь:*  $\nu(C_3H_6O_3) = 28$  моль;  $\nu(CO_2) = 18$  моль;  $\nu(O_2) = 18$  моль;  
 $\nu(AT\Phi) = 142$  моль.

### **Задачі для самостійного розв'язання**

1. Під час плавання плавець за 50 хвилин витрачає 1200 кДж енергії. Скільки часу він зможе плавати з такою затратою енергії, якщо в його організмі розщепилось 135 г глюкози, половина якої засвоїлась повністю?

2. Для роботи м'язів протягом 1 хвилини необхідно 24 кДж енергії. Людини працювала з таким навантаженням протягом 1 години. Яка маса глюкози засвоїлась у її м'язах, якщо половини її розщепилась повністю, а половина частково?

3. Яка маса АТФ синтезується клітинами людини за 1 добу? За добу енерговитрати дорослої людини складають 600-700 г глюкози.

4. М'язи ніг при бігу з середньою швидкістю за 1 хвилину витрачають 24 кДж енергії. Визначте: а) яку масу глюкози (г) витрачають м'язи для повного окислення глюкози; б) чи накопичується при цьому у м'язах молочна кислота?

5. Який об'єм кисню потребує організм людини для повного розщеплення 250 г глюкози і який об'єм вуглекислого газу при цьому виділиться?

6. Для виконання вільних вправ м'язи обох рук за 1 хвилину витрачають 12 кДж енергії. Визначте: яку масу глюкози витратять м'язи рук за 10 хвилин, якщо кисень доставляється кров'ю до м'язів у достатній кількості.

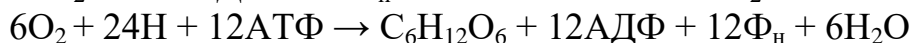
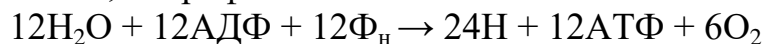
### **1.4.1.6. Фотосинтез і хемосинтез**

Фотосинтез – процес утворення органічних сполук із неорганічних речовин із використанням енергії сонячного світла. Цей процес сполучений з синтезом АТФ.

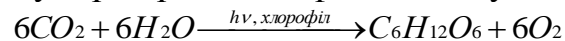
У світловій фазі фотосинтезу утворюються макроергічні фосфатні зв'язки під час синтезу АТФ із АДФ і неорганічного фосфату. Крім того, утворюється молекулярний кисень (Оксиген), який виділяється в атмосферу. Атомарний водень (Гідроген) бере участь в утворенні вуглеводів у темповій фазі фотосинтезу.

Загальне рівняння світлової і темної стадій фотосинтезу має такий вигляд:

світло, хлорофіл



Сумарне рівняння фотосинтезу можна записати у такому вигляді:

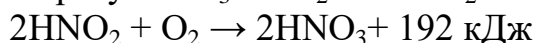


Продуктивністю фотосинтезу називають масу синтезованої за 1 год глюкози на 1 м<sup>2</sup> листової поверхні. Цей показник зростає з підвищенням (до певної межі) освітленості, вологості повітря, температури і вмісту CO<sub>2</sub>, залежить від довжини хвилі світла.

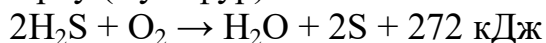
Хемосинтез властивий для деяких бактерій. У процесі хемосинтезу АТФ глюкоза та інші органічні речовини синтезуються завдяки енергії, що виділяється при окисненні неорганічних речовин.

Нижче наводимо рівняння екзотермічних реакцій, які використовують для асиміляції найпоширеніші хемосинтетики:

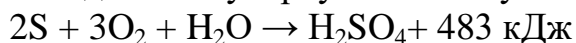
1) бактерії-нітрифікатори окиснюють аміак до нітриту, а потім – до нітрату:  $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 663 \text{ кДж}$



2) сіркобактерії окиснюють сірководень, накопичуючи в цитоплазмі сірку (Сульфур):



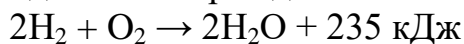
У подальшому сірку вони можуть окиснювати до сірчаної кислоти:



3) залізобактерії окиснюють солі заліза:



4) водневі бактерії здатні окиснювати молекулярний водень:



Усі бактерії-хемосинтетики мають високоефективні ферменти, ще прискорюють перебіг цих реакцій. Джерелом вуглецю (Карбону) при синтезі глюкози для них є вуглекислий газ.

Під час розв'язування задач, пов'язаних із такими формами пластичного обміну, як фотосинтез і хемосинтез, необхідно записувати сумарні рівняння реакцій цих процесів. Враховуючи те, в яких співвідношеннях перебувають речовини у даних рівняннях реакцій, визначаємо масу вихідних речовин і продуктів реакцій. Співвідношення замасою виражаємо в грамах відповідно до молекулярних мас речовин, Після цього складаємо пропорцію і знаходимо кількість тих речовин, які потрібно визначити за умовою задачі.

**Типова задача 1.** За добу людина споживає в середньому 430 г кисню. Одне дерево за вегетаційний період вбирає близько 42 кг вуглекислого газу. На скільки днів вистачить людині кисню, продуковано одним деревом за вегетаційний період?

*Розв'язок.*

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{KM_1}{KM_2} = \frac{42}{m_B(O_2)} = \frac{6\text{кг/моль} \cdot 44\text{кг/моль}}{6\text{кг/моль} \cdot 32\text{кг/моль}} = m_B(O_2)$$

### 1 варіант:

Яка маса кисню утворюється з 42 кг CO<sub>2</sub>?

$$m_B(O_2) = \frac{42 \cdot 32}{44}; \quad m_B(O_2) = 30,5\text{кг} \quad 1 \text{ дерево}$$

Якій кількості днів це відповідає:

$$N = \frac{30540 \text{ г/дерево}}{430 \text{ г/доба}} = 71 \text{ доба}$$

### 2 варіант:

<p>Дано:</p> $m_O(O_2) = 43O_2$ $m(CO_2) = 42 \times 10^3 \text{ г}$ <hr/> $N_{\text{дн}} - ?$ <hr/> $M(O_2) = 32 \text{ г/моль}$ $M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}$	<p style="text-align: right;"><i>Розв'язок:</i></p> $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ (сумарне рівняння фотосинтезу) 1) $N_{\text{дн}} = \frac{m_{\Sigma}(O_2)}{m_O(O_2)}$ (основне співвідношення) 2) $m_{\Sigma}(O_2) = \nu(O_2) \cdot M(O_2)$ (перше додаткове співвідношення) 3) $\frac{\nu(O_2)}{6} = \frac{\nu(CO_2)}{6}$ (за рівнянням фотосинтезу) $\nu(O_2) = \nu(CO_2)$ (друге додаткове співвідношення) 4) $\nu(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)}$ (третє додаткове співвідношення) 5) Загальна формула: $m_{\Sigma}(O_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} \cdot M(O_2)$ $N_{\text{дн}} = \frac{m(CO_2) \cdot M(O_2)}{M(CO_2) \cdot m_O(O_2)}$ $N_{\text{дн}} = \frac{42 \cdot 10^3 \cdot 32 \text{ г/моль}}{44 \text{ г/моль} \cdot 430 \text{ г}} = 71$
---	--

*Відповідь:* кисню вистачить на 71 день.

### Типова задача 2.

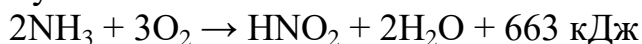
Яку кількість речовини аміаку треба окислити нітрифікуючим бактеріям для синтезу деякої маси глюкози, якщо для цього процесу використано 10260 кДж енергії?

<p>Дано:</p> $Q = 10260 \text{ кДж}$
--------------------------------------

$\nu_{\Sigma}(NH_3) - ?$
--------------------------

*Розв'язок:*

1. Бактерії-нітрифікатори окислюють аміак до нітриту, а потім до нітрату:



2. За сумарним рівнянням.

При окисненні 2 моль  $\text{NH}_3$  вивільняється 885 кДж енергії (663+192=855).

Тоді:

$$Q_m = \frac{855 \text{ кДж}}{2 \text{ моль}} = 427,5 \text{ кДж / моль}$$

$$v_z(\text{NH}_3) = \frac{Q}{Q_m}$$

$$v_z(\text{NH}_3) = \frac{10260 \text{ кДж}}{427,5 \text{ кДж / моль}} = 24 \text{ моль}$$

*Відповідь:* для одержання 10 260 кДж енергії нітрифікуючі бактерії повинні окислити 24 моль аміаку.

**Типова задача 3.** Земна поверхня отримує 2 Дж/см<sup>2</sup> сонячної енергії в хвилину. Яка маса глюкози синтезується в 1000 листках однієї рослини, якщо середня площа одного листка 10 см<sup>2</sup>, довжина світлового дня становить 16 годин, а коефіцієнт переходу сонячної енергії в хімічну 10%?

*Розв'язок.*

**1 варіант:**

1) Яка загальна площа листя рослини?

$$10 \text{ см}^2 \times 1000 = 10000 \text{ см}^2$$

2) Яка кількість сонячної енергії попадає на листя в хвилину?

$$2 \text{ кДж/см}^2 \times 10000 \text{ см}^2 = 20000 \text{ Дж} = 20 \text{ кДж}$$

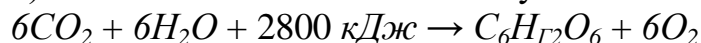
3) Скільки енергії отримує рослина протягом світлового дня?

$$20 \text{ кДж} \times (16 \times 60) \text{ хвилин} = 19200 \text{ кДж}$$

Яка кількість енергії переходить в енергію хімічних зв'язків?

$$\frac{19200 \text{ кДж}}{100\%} = \frac{x \text{ кДж}}{10\%} \quad x = \frac{19200 \cdot 10}{100} = 1920 \text{ кДж}$$

1) Яка кількість глюкози синтезується в листях цієї рослини?



З реакції видно, що для синтезу 1 моля глюкози витрачається 2800 кДж, звідси і знаходимо масу глюкози:

$$\frac{1}{2800} = \frac{x}{1920}; \quad x = \frac{1920}{2800} = 0,6857 \text{ (моль)}$$

$$\frac{1 \text{ г / моль } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{x \text{ г}} = \frac{1 \text{ моль}}{0,68 \text{ моль}}$$

$$x = \frac{180 \cdot 0,68}{1} = 123,4 \text{ г}$$

**2 варіант:**

Дано:

$$Q_{\text{хв}} = 2 \text{ Дж/см}^2$$

$$N (\text{лист}) = 1000$$

$$S (\text{лист}) = 10 \text{ см}^2$$

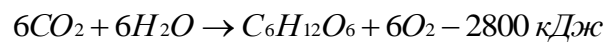
$$t (\text{дня}) = 16 \text{ год.}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) - ?$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180$$

г/моль

Розв'язок:



$$1) m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$$

(основне співвідношення)

$$2) \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 6\text{O}_2 = \nu(Q) = \frac{Q_p}{Q_m} \text{ (додаткове співвідношення)}$$

3) Розрахуємо  $Q_p$  (додаткове)

$$a) 10 \text{ см}^2 \cdot 1000 = 10000 \text{ см}^2$$

$$б) 2 \text{ кДж/см}^2 \cdot 10000 \text{ см}^2 = 20 \text{ кДж}$$

$$в) 20 \text{ кДж} \cdot (16 - 60) \text{ хв} = 19200 \text{ кДж}$$

$$г) Q_p = \frac{19200 \cdot 10}{100} = 1920 \text{ кДж}$$

$$4) m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{Q_p}{Q_m} \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \text{ (загальна формула)}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1920 \text{ кДж}}{2800 \text{ кДж/моль}} = 123,43 \text{ г}$$

Відповідь: синтезується 123,43 г глюкози.

### Задачі для самостійного розв'язання

1. Дехто говорить, що шкідливо залишати на ніч в кімнаті квіти, бо вони поглинають кисень, необхідний для дихання людини. Щоб довести, наскільки обґрунтована ця думка, підрахуйте, до якої величини знизиться вміст кисню проти звичайного (21% по об'єму) в повітрі кімнати об'ємом 45 м<sup>3</sup> протягом 10 годин внаслідок дихання рослин масою 4 кг і середньої інтенсивності дихання 12 мл О<sub>2</sub>, на 1 г за добу.

2. За 20 хвилин пагін з листовою поверхнею 240 см<sup>2</sup> вбирає 16 мг СО<sub>2</sub>. Визначте інтенсивність фотосинтезу, тобто масу (мг) мг СО<sub>2</sub>, яка вбирається 1 м<sup>2</sup> листової поверхні за 1 год.

3. 10 г бруньок виділяють за 30 хвилин 2.5 мг СО<sub>2</sub>. Людина за добу виділяє 1,2 % СО<sub>2</sub> від своєї маси. Визначте інтенсивність дихання молодій бруньки і людини (в 1 мг СО<sub>2</sub> на 1 г маси за 1 годину).

4. У процесі фотосинтезу одна рослина ввібрана 280 г вуглекислого газу за день. Яка маса глюкози (теоретично) утворюється в листках і який об'єм кисню виділиться за 5 днів?

5. У процесі фотосинтезу за один світловий день – 10 годин сто рослин пшениці вбирають 254 г вуглекислого газу. Скільки грамів соломи (в перерахунку на целюлозу), кожна молекула якої складається з 10 000 глюкозних залишків, можуть утворити ці рослини за 10 діб, якщо на формування зерна потрібно 75% усієї синтезованої глюкози? Розрахуйте продуктивність фотосинтезу у пшениці, якщо площа листової поверхні однієї рослини дорівнює 10 см<sup>2</sup>?

6. За 20 хв один пагін гіркокаштана з сумарною площею листків 250 см<sup>2</sup> вбирає 16 мг СО<sub>2</sub>. Визначте інтенсивність фотосинтезу в рослини (кількість мг СО<sub>2</sub>, яку вбирає 1 м<sup>2</sup> листової поверхні за 1 год).

7. Листки горіха волоського загальною масою 1 кг виділяють при сонячному освітленні за 15хв 125 мг  $\text{CO}_2$ . Людина, що відпочиває під цим деревом, за 6 год виділяє 0,3%  $\text{CO}_2$  відносно своєї маси. Порівняйте інтенсивність дихання людини і молодих листків горіха (у мг  $\text{CO}_2$  на 1 г маси за 1 год). Завдяки якому процесові волоський горіх продукує кисень?

8. Визначте, скільки молів аміаку мають окиснити нітрифікуючі бактерії для синтезу 360 г глюкози, якщо для синтезу одного моля глюкози використовується близько 12 600 кДж енергії?

9. Унаслідок діяльності залізобактерій (наприклад, лептотрикс) на дні болота відклалося 100 тонн залізної руди. Скільки глюкози при цьому синтезовано бактеріями, якщо вуглекислого газу було достатньо, а для синтезу одного моля глюкози потрібно 12 600 кДж енергії?

10. У результаті діяльності залізобактерій (наприклад, лептотрикс) на дні болота відклалося 1 500 тонн залізної руди. Скільки тепла при цьому виділено залізобактеріями в навколишнє середовище, якщо вуглекислого газу було достатньо, а коефіцієнт корисної дії становить 22%? Яку кількість вуглеводів синтезовано бактеріями?



## 1.4.2. ЕКОЛОГІЧНІ ЗАДАЧІ

Передбачено розв'язання задач, використовуючи закономірності в залежності від показника, покладеного в основу:

- піраміда біомаси демонструє таку закономірність: маса продуцентів, яких поїдають консументи I порядку, буде у 5-10 разів більшою, ніж останні запасують; і з кожного наступною ланкою ланцюга живлення біомаса, яку запасують організми вищого трофічного рівня, зменшується в 5-10 разів порівняно зі спожитою ними;

- піраміда енергії - показує, що більша частина енергії при передачі з нижчого трофічного рівня на вищий витрачається у вигляді тепла, а на останньому запасується її лише 10-20 % порівняно з попереднім рівнем;

- піраміда чисел відбиває співвідношення кількості особин на кожному з трофічних рівнів ланцюга живлення. Як правило, кількість особин, які беруть участь у ланцюзі живлення, з кожним наступним трофічним рівнем зменшується. Але в деяких випадках спостерігається протилежне явище, коли кількість особин на попередньому трофічному рівні менша, ніж на наступному.

### **Структура і продуктивність різних біогеоценозів**

**Типова задача №1.** Біомаса живого сіна на  $1\text{ м}^2$  луки складає 0,2 кг, а сільськогосподарських полів – 0,5 кг. На підставі правила екологічної піраміди визначте скільки гектарів луки, поля потрібно, щоб прогодувати протягом року одного учня дев'ятикласника масою 54 кг (з них 63% складає вода) за наступним харчовим ланцюгом: трава – корова – людина.

**Аналіз задачі:** щоб знайти площу луки та поля необхідно побудувати піраміду біомаси. Для цього потрібно визначити масу сухої речовини в тілі учня.

Дано:	<i>Розв'язок</i>
$m_{\text{л}}(\text{сіна}) = 0,2$ кг;	1. Визначаємо масу сухої речовини тіла учня. 1)
$m_{\text{п}}(\text{сіна}) = 0,5$ кг	$\omega(\text{сух.реч}) = 100\% - \omega(\text{H}_2\text{O})$ $\omega(\text{сух.реч}) = 37\% = 0,37$
$m(\text{учня}) = 54$ кг:	2)
$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 63\%$	$m(\text{суха учня}) = m(\text{сух.реч}) \times m(\text{учня})$

$S(\text{луки}) - ?$

$S(\text{поля}) - ?$

$$m(\text{суха учня}) = 0,37 \times 54 \text{ кг} \approx 20 \text{ кг}$$

Складаємо піраміду біомаси:



3. Знаходимо площу луки та поля, які можуть прогодувати учня.

Біомаса  $1 \text{ м}^2$  луки – 0,2 кг.

Біомаса  $x \text{ м}^2$  (S) луки – 2000 кг

$$x = \frac{2000 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м}^2}{0,2 \text{ кг}} = 10000 (\text{м}^2) \text{ або } 1 \text{ га луки}$$

Біомаса  $1 \text{ м}^2$  поля – 0,5 кг

Біомаса  $x \text{ м}^2$  (S) поля – 2000 кг.

$$x = \frac{2000 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м}^2}{0,5 \text{ кг}} = 4000 (\text{м}^2) \text{ або } 0,4 \text{ га луки}$$

**Відповідь:** для забезпечення їжею учня необхідно 0,7га луки або 0,3 га поля.

**Типова задача №2.** Продуктивність фітопланктону (P) складає  $500 \text{ г/м}^2$  сухої маси в рік. Яка площа акваторії потрібна для прогодування орлана-білохвоста ( $m = 5 \text{ кг}$ ) в ланцюзі живлення: фітопланктон – риба – рибоїдний птах – орлан-білохвост?

Дано:

$$P = 0,5 \text{ кг/м}^2$$

$k = 4$  (число ланцюгів живлення)

$$m = 5 \text{ кг}$$

$n = 10\%$  (коефіцієнт переходу маси).

*Розв'язок*

$$S = (0,4m \cdot 10^{k-1}) : p;$$

$$S = 0,4 \cdot 5 \cdot 10^3 : 0,5 \text{ кг} =$$

$$= 2000 : 0,5 = 4000 (\text{м}^2) = 0,4$$

га

$S - ?$

**Відповідь:** 0,4 потрібно для прогодування орлана-білохвоста.

**Типова задача №3.** Було виловлено 625 риб для мічення з метою визначення чисельності популяції форелі. Після мічення їх випустили в озеро. Через тиждень виловили 837 особин форелі, з них у 129 були мітки. Яка чисельність популяції форелі в озері?

*Розв'язок.*

Для визначення чисельності особин в популяції користуються індексом Лінкольна. При подібних вимірах чисельність популяції треба розв'язувати за формулою:

$$n = \frac{P_1 \cdot P_2}{P_m}; \quad n = \frac{625 \cdot 873}{129} = 4230$$

$n$  - кількість особин в популяції;

$P_1$  - чисельність 1-ого улову;

$P_2$  - чисельність 2-ого улову;

$P_m$  - кількість тварин другого улова з міткою.

*Відповідь:* популяція нараховує 4230 особин форелі.

**Типова задача №4.** Яка частота виду, якщо він був знайдений в 86 квадратах з 200?

*Розв'язок.*

Для визначення частоти трапляння видів рослин використовують квадратну рамку ( $1\text{м}^2$ ), що поділена дротом на більш дрібні квадратики. Визначаємо частоту трапляння виду в квадраті.

$$\frac{200}{100} = \frac{86}{x}; \quad x = \frac{86 \cdot 100}{200} = 43\%$$

*Відповідь:* частота виду складає 43%.

### Задачі для самостійного розв'язання

1. Визначте, яка площа (в га) відповідного біоценозу може прогодувати особину останньої ланки в ланцюгу живлення: а) планктон – риба – тюлень (300 кг). (Суха біомаса планктону з  $1\text{ м}^2$  моря становить 600 г); б) планктон – нехижі риби – щука (10кг). (Суха біомаса планктону з  $1\text{ м}^2$  моря становить 600г за рік); в) рослини – заєць – лисиця – вовк (50г). (Суха біомаса наземної рослинності з  $1\text{ м}^2$  становить 1000 г за рік). З вказаної у дужках маси – 60% становить вода.

2. Яка маса фітопланктону потрібна, щоб у Чорному морі виріс дельфін білобока масою 400 кг (63% – вода).

3. Біомаса планктону на  $1\text{ м}^2$  – 0,6 кг. Користуючись правилом екологічної піраміди, визначте, яка площа (га) може прогодувати одну особину, якщо маса цієї особини дорівнює 4 кг. Ланцюг живлення: планктон – риба – баклан (60% з зазначеної маси – вода).

4. Біомаса наземної рослинності луки становить 200 г на  $1\text{ м}^2$ . Визначте, яка площа (га) може прогодувати тхора масою 0,5 кг. Ланцюг живлення: наземна рослинність – гризуни – тхір.

5. Яку кількість рослинної маси зберігає одна особина кажана масою близько 50 г, що живиться великими жуками (жук-носоріг, жук-олень).

6. Самка нетопира малого, що живиться нічними рослинноїдними комахами і має вагу всього 5 г, народжує двох малят вагою 1 г кожний. На протязі 3 – 4 тижнів відбувається вигодовування малят молоком, за цей час вага кожного з них досягає 4,5 г. Користуючись правилом екологічної піраміди, визначте, яку масу комах повинна знайти самка для вигодовування нащадків. Чому дорівнює маса рослин, що зберігаються завдяки знищенню самок рослинноїдних комах?

7. Біомаса планктону на  $1\text{ м}^2$  становить 1 кг. За правилом екологічної піраміди визначте площу (у га) відповідного біогеоценозу, у якому в змозі

вирости і прогодувати пара судаків вагою 4 кг кожний у ланцюгу живлення: планктон – рослинної риби – судак. І вказаних значень маси планктону і риб 40% припадає на суху речовину.

8. Біомаса рослинності у савані –  $750 \text{ г/м}^2$ . За правилом екологічної піраміди, вкажіть площу (у га) відповідного біогеоценозу, у якому зможе прогодуватися лев масою 25 кг у ланцюгу живлення: трав'янисті рослини – парнокопитні – лев. Із вказаних значень мас рослин і тварин 70% припадає на воду.

9. У квадраті площею  $5 \times 10^6 \text{ м}^2$  відкритого океану протягом року розвивається 20 т фіто- і зоопланктону. Чи достатньо цього об'єму для існування одного кита-горбача, якщо приріст його маси за цей самий час дорівнював 2 т?

10. У середньому жива маса рудої лисиці віком один рік 20,5 кг. Припустімо, що після одномісячного віку, коли маса лисеняти дорівнювала 500 г, воно перейшло на живлення тільки куріпками (середня маса – 800 г). Яку кількість куріпок потрібно йому з'їсти для того щоб досягти маси однорічної лисиці? Який приріст біомаси продуцентів (рослин) знадобився для цього? Яка площа Лісостепу (у га) достатня для прогодування однієї лисиці, якщо продуктивність рослинної біомаси становить 2 т/га за рік?

11. Чорні стрижі (ряд Довгокрилі) живляться тільки комахами, серед них є і рослиноїдні комахи. Кожен з дорослих стрижів важить 55 г. Одна пара стрижів вигодовує трьох пташенят (відразу після виходу з яйця маса одного дорівнює 5г). Протягом 60 днів годування відносна маса рослиноїдних комах у раціоні птахів становила 75%. Враховуючи правило екологічної піраміди, визначте, яку кількість рослинної біомаси зберегла сім'я стрижів.

12. Біомаса рослинних організмів у біогеоценозах суходолу дорівнює 1 837 млрд тонн, а біомаса тварин – 1 005 млрд тонн. Розрахуйте кількісне співвідношення маси продуцентів до маси консументів у екосистемах суходолу. Яка загальна кількість біомаси міститься на суходолі? Чи виконується у цьому випадку правило екологічної піраміди?

13. Чиста продукція (приріст живої біомаси за рахунок сонячного випромінювання на ділянці вологого тропічного лісу становила 20 т на 1 га за рік при акумуляції 0,1% сонячної енергії. Який приріст біомаси на такій самій площі савани, де акумулюється 0,04% енергії Сонця (інтенсивність випромінювання вважайте однаковою)?

14. Чиста продукція (приріст живої біомаси за рахунок використання сонячно випромінювання) на ділянці тайги становила 10 т на 1 га за рік при акумуляції 0,05% сонячної енергії. Яким буде приріст біомаси на такій самій площі тундри, де використовується 0,01 енергії Сонця (інтенсивність випромінювання вважайте однаковою)? Як би ви пояснили високу вразливість тундрових екосистем?

15. Чиста продукція (приріст живої біомаси за рахунок використання сонячно випромінювання) на ділянці лісостепу дорівнює 5 т на 1 га за рік при акумуляції 0,02Е сонячної енергії. Скільки становитиме приріст біомаси на такій самій площі культивування землі, де використовується 0,05% енергії Сонця (інтенсивність випромінювання вважай однаковою) ?

### 1.4.3. ЕВОЛЮЦІЙНІ ЗАДАЧІ

1. Відповідно до теорії академіка О.І. Опаріна щодо походження життя, першими живими системами були коацервати. Порівняйте їхні властивості з властивостями відомої вам з курсу зоології амеби протея. Вкажіть спільні для них ознаки.

2. Учень назвав характерні ознаки комах: 1) невеликі лінійні розміри тіла; 2) поява дихальної системи трахейного типу; 3) поява крил; 4) ротовий апарат гризучого типу; 5) членисті кінцівки; 6) міцний та еластичний хітиновий покрив; 7) видільні трубочки, які впадають в кишечник - мальпігієві судини; 8) наявність повного та неповного метаморфозу; 9) розвиток тонкого нюху і чуття дотику; 10) прогресивний розвиток нервової системи, здатної до утворення умовних рефлексів. Чи згодні ви з тим, що всі ці властивості комах є ароморфозами? Обґрунтуйте свою точку зору.

3. Перші ссавці з'явилися близько 200 млн років тому. Вони мали багато прогресивних ознак: теплокровність, активні дихальні рухи за участю діафрагми, вигодовування потомства молоком, здатність переживувати їжу тощо. Однак тривалий час, протягом приблизно 140 млн років, ссавці залишались нечисленними, дрібними, подібними до пацюків тваринами, які не відігравали значної ролі в біогеоценозах. Потім, наприкінці Крейдяного періоду, їхня чисельність зростає, утворилися нові різноманітні види. Починаючи з Кайнозойської ери, ссавці зайняли провідну позицію у світі тварин. Чим це можна пояснити? Наведіть докази своєї точки зору.

4. За палеонтологічними даними покритонасінні рослини існували вже на початку Юрського періоду, а широко розповсюдились та зайняли домінуючу позицію лише наприкінці Крейдяного періоду. При цьому більшість видів голонасінних рослин вимерла. У результаті чого це трапилось? Чи можна припустити, що прогрес ссавців і покритонасінних рослин пояснюється подібними причинами, або у цих двох випадках діяли різні фактори?

5. Забарвлення свійських тварин (собак, кішок, коней тощо) здебільшого різноманітніше, ніж у їхніх диких предків. У чому причина таких відмінностей? Спробуйте аргументувати свою точку зору з урахуванням теорії Ч. Дарвіна про штучний і природний добір.

6. Рослина верблюжа колючка добре пристосована до життя у пустелі: має довгі корені, у неї максимально знижена транспірація (випаровування води), через колючки її не їдять більшість тварин. Яким чином, з позицій еволюційної теорії, можна пояснити, що верблюди і кози її поїдають?

7. Кілька років тому у пресі з'явилися повідомлення про те, що у Москві в метро і на маршах сходів житлових будинків спокійно розгулюють пацюки фантастичних розмірів (як собака середнього зросту). Чи можна сповна довіряти цим повідомленням? Як ви ставитесь

до можливості появи такого виду пацюків у містах України? Ваші міркування щодо їх винищення? Чи можлива поява таких пацюків у занедбаних шахтах і катакомбах?

8. Припустимо, на куші шипшини ви побачили листок (або декілька) з нетиповою для цього виду будовою листкової пластинки.

Спираючись на еволюційну теорію дайте відповіді на такі запитання: 1. Яким чином такий листок міг з'явитись? 2. Чи зможе у перспективі така форма листків витіснити вихідну листкову пластинку? 3. Чи є дане явище шкідливим або корисним для самої рослини?

9. В акул, іхтіозаврів і дельфінів подібна форма тіла зумовлена існуванням у водному середовищі. Це явище називається конвергенцією. У ході якого еволюційного процесу виникає конвергенція як результат спрямованої дії природного добору?

10. У домових горобців, які мешкають у різних природних зонах України, спостерігаються певні відмінності у забарвленні пір'я і поведінці. Це дивергентні зміни. У ході якого еволюційного процесу виникає дивергенція як результат спрямованої дії природного добору?

#### **Задачі на походження людини**

11. У Африці під час розкопок знайдено залишки тазових кісток, близьких за будовою до кісток сучасної людини, їхній вік визначено у 5 млн років. Якому з приматів вони належать?

12. В Азії під час розкопок знайдено череп з такими характерними ознаками: об'єм  $-1\ 000\ \text{см}^3$ , чоло дуже полого, над очима - кістковий валик, лобні і скроневі частки розвинені краще, ніж у мавпи, нижня щелепа без підборідного виступу. Якому представникові гомінід він належить?

13. Під час розкопок в Азії знайдено череп антропоїда з такими характерними ознаками: об'єм  $-1200\ \text{см}^3$ , ліва частка трохи більша за праву. Череп знайдено у шарі золи серед знарядь із каменя, кісток, рогів. Кому належить цей череп?

14. Під час розкопок в Африці знайдено череп представника гомінід з такими характеристиками: об'єм  $-1400\ \text{см}^3$ , низьке скошене чоло, розвинені надбровні дуги, нижня щелепа із слабо вираженим підборідним виступом. Череп знайдено серед знарядь із кісток і кам'яних пластин. Якому антропоїду належить цей череп?

15. Під час розкопок в Австралії знайдено череп, який добре зберігся. В нього були такі характерні риси: об'єм  $-1\ 600\ \text{см}^3$ , надочний валик відсутній, підборідний виступ розвинений, зуби подібні до зубів сучасної людини. Якому примату належить цей череп?

16. В антропологічному музеї після ремонту загубили таблички від експонатів.

Спробуйте встановити, якому представникові гомінід належить череп, якщо: 1) об'єм мозкової коробки – близько  $900\ \text{см}^3$ ; 2) від сагітального гребеня залишився невеликий валик на лобній кістці; 3)

потиличний рельєф відсутній; 4) надочний рельєф добре помітний; 5) соскоподібний відросток дуже розвинений?

17. В африканському тропічному лісі мисливці знайшли череп, що нагадував череп людини.

Спробуйте встановити, якому представнику гомінід належить цей череп, якщо: 1) об'єм мозкової коробки – близько  $400 \text{ см}^3$ ; 2) сагітальний гребінь відсутній; 3) на потиличній кістці рельєф дуже виражений; 4) надочний валик добре розвинений; 5) соскоподібний відросток не розвинений?

18. У печері із муміфікованими залишками жертвоприношень учені-антропологи знайшли череп у доброму стані з округлим отвором у лобній кістці.

Якому із приматів належить цей череп, якщо: 1) об'єм мозкової коробки – близько  $1500 \text{ см}^3$ ; 2) сагітальний гребінь відсутній; 3) потиличного гребеня немає, але рельєф потиличної кістки достатньо добре виражений; 4) надочний рельєф непомітний; 5) соскоподібний відросток дуже розвинений?

19. Яка із людиноподібних мавп має найбільшу подібність до людини: орангутанг, гібон, шимпанзе, горила? Доведіть свою точку зору.

20. Кому із викопних пращурів людини належить череп, якщо: підборідний виступ на нижній щелепі значно розвинений, чоло високе, потиличний отвір – у середині основи черепа? Обґрунтуйте свою точку зору. Чи достатньо наведеної інформації? Які додаткові дослідження потрібно провести для остаточного висновку?



#### 1.4.4. ГЕНЕТИЧНІ ЗАДАЧІ

Розв'язання задач у цій темі – це спосіб засвоєння теоретичних основ генетики та селекції. Учні цікавляться розв'язуванням генетичних задач, так як це дозволяє з'єднати абстрактне з конкретним, поєднати теоретичні узагальнення з практичним матеріалом. Навчальна робота з вирішення задач сприяє глибокому засвоєнню знань, активізує навчальну діяльність учнів. У процесі такої роботи учні засвоюють термінологію, набувають вміння передбачати, аналізувати процеси, встановлювати зв'язки між окремими явищами спадковості. Це сприяє створенню цілісного уявлення про закони генетики, формуванню генетичного мислення.

Розв'язування задач з генетики дає змогу на конкретних прикладах схрещування організмів розібратися в тому, як успадковуються ознаки, у яких випадках вони виявляють себе у фенотипі. Під час розв'язування генетичних задач зазвичай проводять генетичний аналіз батьків і нащадків; встановлюють характер успадкування ознак; визначають кількість генів, які кодують дану ознаку; розраховують ймовірність появи нащадків із таким фенотипом і генотипом, який нас цікавить.

Більшість генетичних задач за методами розв'язання зводяться до 2 типів (Н.І.Дегтярьова):

- 1) визначення фенотипів нащадків за генотипами батьків;
- 2) встановлення генотипів батьків за фенотипами нащадків.

Задачі першого типу базуються на основі законів одноманітності ознак першого покоління та розширення ознак у другому покоління в співвідношенні 3:1 (для моногібридного схрещування) і в співвідношенні 1:1 (для аналізуючого схрещування).

Задачі другого типу розв'язуються на основі закону незалежного розподілу генів і положень, що з нього виходять.

*Труднощі під час розв'язування задач і шляхи їх подолання:*

- дефіцит часу (його можливо знайти за умов скорочення часу на усне викладання матеріалу, що вивчається; застосування блочного подання матеріалу):

- складність у сприйнятті абстрактних умов задач (можливо спростити, забезпечив учнів текстами задач, щоб вони не писали під диктовку: широко використовуючи кольорові дидактичні картки);

- низький рівень самостійності учнів (підвищується підбором оптимальних прийомів допомоги вчителя. На першому етапі вчитель демонструє всьому класу методику розв'язання типової задачі; на другому етапі – учні розв'язують подібні задачі, користуючись консультацією вчителя: а на третьому – повністю самостійно розв'язують задачі;

- помилки у використанні генетичної символіки, запису умови задачі, нелогічне побудування розв'язка задачі (усунення таких помилок досягається розробкою алгоритмів розв'язання типових задач,

використанням загальноприйнятих прийомів вирішення задач з різних дисциплін - математики, фізики, хімії).

Наводимо деякі *методичні правила* навчання учнів розв'язувати генетичні задачі:

1) типові задачі розв'язувати в ході пояснення нового теоретичного матеріалу, а не після пояснення;

2) перші типові задачі на уроці розв'язувати колективно, супроводжувати їх схематичними малюнками, записами на дошці, в зошитах;

3) типові терміни та поняття вводити та пояснювати в ході або після розв'язування типових задач, коли виникає потреба в тому чи іншому терміну;

4) розв'язувати задачі треба з теоретичним обґрунтуванням дій;

5) обов'язково давати цитологічне обґрунтування законам Г.Менделя з синхронною демонстрацією учням процесу мейозу на динамічних моделях;

6) динамічні моделі бажано використовувати для перевірки засвоєння учнями теоретичного матеріалу – механізму мейозу, гіпотези чистоти гамет;

7) як доповнення до стандартних задачам на моно- та дигібридне схрещування слід вирішувати і нестандартні задачі, бо вони особливо розвивають мислення та інтерес учнів;

8) розв'язування задач на уроках поєднувати з домашніми задачами та контрольними тестами;

9) вправи з розв'язання генетичних задач бажано продовжувати і після вивчення теоретичного матеріалу, до кінця навчального року;

10) визначити *основні вимоги до розв'язування генетичних задач учнями:*

а) розв'язувати свідомо;

б) керуватися теоретичними знаннями;

в) дії записувати послідовно та акуратно;

г) сорти гамет у осіб, які схрещуються, визначати на основі механізму мейозу;

д) відповіді записувати в кінці розв'язання.

Розв'язок задач записують у вигляді генетичних схем, у яких використовують латинські літери для умовних позначень:

1) P – батьківські організми, – ♀ жіночий, ♂ – чоловічий;

2) x – знак схрещування між батьківськими генотипами;

3) P – гібридні покоління, цифровий індекс відповідає порядковому номеру гібридного покоління (F<sub>1</sub> – перше покоління, F<sub>2</sub> – друге покоління);

### **Деякі правила розв'язування генетичних задач.**

*Правило 1.* Якщо під час схрещування двох однакових за фенотипом особин в їх по-томстві спостерігається розщеплення ознак, то ці особини гетерозиготні.

*Правило 2.* Якщо в результаті схрещування особин, що відрізняються за фенотипом за одною парою ознак, отримується потомство, у якого спостерігається розщеплення цієї ж пари ознак, то одна з батьківських особин була гетерозиготна, а інша - гомозиготна за рецесивною ознакою.

*Правило 3.* Якщо під час схрещування однакових за фенотипом особин (за одною парою ознак) у першому поколінні гібридів відбувається розщеплення ознак на три фенотипічні групи у співвідношенні 1: 2:1, то це свідчить про неповне домінування й про те, що батьківські особини гетерозиготні.

*Правило 4.* Якщо під час схрещування однакових за фенотипом особин у потомстві відбувається розщеплення ознак у співвідношенні 9:3:3: 1, то вихідні особини були дигетерозиготні.

*Правило 5.* Якщо під час схрещування однакових за фенотипом особин у потомстві відбувається розщеплення ознак у співвідношеннях 9:3:4; 9:6:1,9:7; 12:3:1; 13:3; 15:1, то це свідчить про явище взаємодії генів; при розщепленні 9:3:4; 9:6:1 і 9:7 – про комплементарну взаємодію генів, а розщеплення у співвідношеннях 12:3:1; 13:3 і 15:1- про епістатичну взаємодію.

#### **1.4.4.1. Моногібридне схрещування при повному домінуванні ознак**

**Типова задача №1.** У кукурудзи забарвлені зернівки є домінантною ознакою. Білий колір зернівок - рецесивна ознака. Яке забарвлення зернівок буде в качанах кукурудзи, одержаних від схрещування гомозиготної жовто-зернівкою рослини з гомозиготною біло-зернівкою? Яке забарвлення матимуть зернівки в P. при схрещуванні між собою гібридів?

**Методика розв'язання:** Як видно з умови задачі, ми маємо справу з однією ознакою - кольором зернівок. Забарвлені зернівки домінують над білими. Перш за все треба записати схему схрещування. Умовно позначимо домінантний алель А, рецесивний – а. Перед записом генотипу пишемо символ статі.

1) P ♀ AA x ♂ aa

Для моделювання процесу схрещування зручно користуватися решіткою Пеннета. Загальноприйнято записувати жіночі гамети по вертикалі, а чоловічі – по горизонталі, пам'ятаючи, що гамети гаплоїдні: F<sub>1</sub>

♀ \ ♂	a	a
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

З таблиці видно, що всі рослини за фенотипом мають забарвлені зернівки, але за генотипом вони всі будуть гетерозиготними.

2) Беремо дві рослини з гібридного покоління і схрещуємо їх між собою.

P ♀Aa x ♂Aa.

F<sub>2</sub>

♀ \ ♂	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

У результаті такого схрещування ми дістали качани, де поряд з забарвленими зернівками трапляються білі (рецесивна ознака). Співвідношення між ними становить 3 :1, тобто 75% зернівок будуть забарвлені, 25% – білі. Забарвлені зернівки генетичне неоднорідні: 1/3 – гомозиготні, 2/3 – гетерозиготні.

**Типова задача №2.** Дві чорні самки миші схрещувались з коричневим самцем. Одна самка за декілька раз народила 20 чорних і 17 коричневих потомків, друга - 33 чорних. Визначить генотип батьків і потомства.

Дано:

A - чорне забарвлення мишей,

a - коричне забарвлення мишей;

AA - чорне забарвлення мишей;

Aa - чорне забарвлення мишей;

aa - коричне забарвлення мишей.

P - ?

F<sub>1</sub> - ?

Розв'язок.

1) P ♀Aa x ♂aa

G      A ← a  
          a ← a

F<sub>1</sub>    Aa      aa  
          50%    50%  
          20      17

2) P ♀AA x ♂aa

G      A ← a

F<sub>2</sub>    Aa  
          100%  
          33

**Відповідь:** Самець гомозиготний рецесивний (aa). Перша самка гетерозиготна (Aa), її 20 чорних потомків гетерозиготні (Aa), 17

коричневих – гомозиготні рецесивні (aa). Друга самка – гомозиготна домінантна (AA), її 30 потомків – гетерозиготні (Aa).

**Типова задача №3.** Блакитноокий чоловік, обоє батьків якого мали карі очі, одружився з кароокою жінкою, в батька якої були карі очі, а в матері голубі. Від цього шлюбу народився один блакитноокий син. Визначить генотип кожної зі згаданих осіб.

Дано:

A - карі очі

a - голубі очі

AA - карі очі

Aa - карі очі

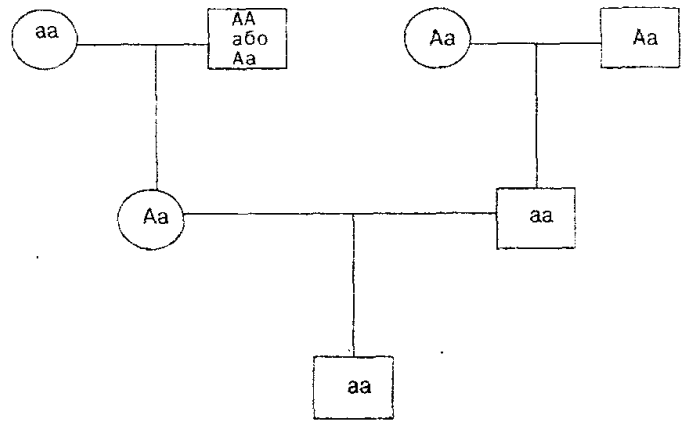
aa — голубі очі.

P - ?

F<sub>1</sub> - ?

F<sub>2</sub> - ?

Розв'язок.



**Відповідь:** Чоловік гомозиготний рецесивний (aa), його обоє батьків – гетерозиготні (Aa), його дружина гетерозиготна (Aa), мати дружини гомозиготна рецесивна (aa), генотип батька дружини в цьому випадку встановити не можна (AA або Aa), син цих людей гомозиготний рецесивний (aa).

### Задачі для самостійного розв'язання

1. У гарбуза білий колір плодів (A) домінує над жовтим (a). Який буде зовнішній вигляд F<sub>1</sub> і F<sub>2</sub>, якщо схрестити гарбуз, гомозиготний за білим кольором, з гарбузом, гомозиготним за жовтим кольором?

2. Ген чорного забарвлення великої рогатої худоби (C) домінує над геном червоного забарвлення (c):

а) Якими будуть потомки в F<sub>1</sub>, від схрещування чистопородного бика (CC) з червоними коровами?

б) Яке забарвлення потомків буде від схрещування гібридів F<sub>1</sub>? Яке розщеплення за фенотипом та генотипом?

3. У томатів ген, що зумовлює нормальний ріст (B), домінує над геном карликовості (b).

а) Якими буде потомство F<sub>1</sub>, від схрещування гомозиготних високих рослин з карликовими?

б) Яке буде потомство від схрещування гібридів у F<sub>2</sub> ?

4. У морських свинок скошлячена шерсть домінує над гладенькою. Визначте розщеплення за генотипом та фенотипом гібридів F<sub>1</sub> та F<sub>2</sub>.

5. Ген безрогості домінує над геном рогатості.

а) Яке потомство F<sub>1</sub> буде від схрещування рогатого бугая з гомозиготними безрогими коровами?

б) Яким буде потомство  $F_2$  від схрещування таких гібридів?

в) Які телята народяться від схрещування між собою двох рогатих представників покоління  $F_2$ ?

6. Ген скловидності зерна пшениці домінує над геном борошністості. Яке зерно буде у гібридів  $F_1$  від схрещування гомозиготних рослин зі скловидним зерном з рослинами, що мають борошністе зерно? Які рослини будуть у другому поколінні? Яке зерно буде у рослин від схрещування одного з представників  $F_2$  та  $F_1$ ?

7. При схрещуванні сірих курей з білими все потомство виявилось сірим. Внаслідок другого схрещування цього сірого потомства знову з білим одержано 172 особини, з яких було 85 білих і 87 сірих. Які генотипи вихідних форм і їхніх потомків в обох схрещуваннях? ((A) – сірі кури, (a) – білі кури).

8. Світловолосий юнак, батьки якого мали темне волосся, одружився з темноволосою дівчиною, мати якої теж мала темне волосся, а батько - світле. Від цього шлюбу у них народилась темноволоса дитина. Чи може народитися у них дитина з світлим волоссям? Яка ймовірність народження такої дитини?

9. У людини полідактилія (шестипалість) детермінована домінантним геном. Визначте:

а) ймовірність народження шестипалих дітей у сім'ї, де обидва батьки гетерозиготні;

б) у сім'ї, де один з батьків має нормальну будову руки, а другий шестипалий, народилась дитина з нормальною будовою руки. Яка ймовірність народження наступної дитини без аномалії?

10. Одружуються жінка, хвора на гіпертонію, і чоловік, який не хворий на цю хворобу. Всі їхні діти мали цю хворобу. Син цих батьків одружився з дівчиною, не хворою на гіпертонію. А дочка одружилась з хлопцем, хворим на цю хворобу. Чи буде гіпертонія виявлена в онуків (гіпертонія передається домінантно)?

#### 1.4.4.2. Дигібридне схрещування

**Типова задача №1.** У кукурудзи забарвлені гладенькі зерна домінують над білими зморшкуватими. Які зернівки будуть від схрещування рослини, що має жовті гладенькі зернівки, з рослиною з білими зморшкуватими зернівками? Яке розщеплення ознак буде від схрещування двох гібридних рослин?

Методика розв'язання: Як видно з умови задачі, ми маємо справу з двома ознаками - кольором і формою зернівок, які контролюються двома парами алельних генів. Позначимо ці пари відповідними літерами (A) і (B). Оскільки в умові задачі не сказано, гомо- чи гетерозиготною була рослина з жовтими гладенькими зернівками, то у процесі вирішення задачі можуть бути різні варіанти.

1) Жіноча рослина гомозиготна за обома ознаками.

$P \text{♀} AABV \times \text{♂} aavv$

Жіночі гамети при цьому типі схрещування будуть однотипні – АВ, чоловічі також однотипні – ав.

Якщо материнська рослина була гетерозиготна за обома ознаками, схема схрещування матиме такий вигляд:

$P \text{♀} AaVv \times \text{♂} aavv$

Жіночі гамети при цьому типі схрещування будуть 4 типів: АВ, Ав, аВ, ав. Решітка Пінетта буде вже на 16 клітин, оскільки кожна з батьківських форм утворює по 4 типи гамет ( $4 \times 4 = 16$ ), а не по 2, як при моногібридному схрещуванні. У результаті цього схрещування ми дістали 4 різні фен.отиби у співвідношенні 1:1:1:1. Це рослини з забарвленими гладенькими зернівками, забарвленими зморшкуватими, білими гладенькими і білими зморшкуватими.

$F_1$

$\text{♀} \backslash \text{♂}$	ав	ав	ав	ав
АВ	AaVv	AaVv	AaVv	AaVv
Ав	AaVv	AaVv	AaVv	AaVv
аВ	aaVv	aaVv	aaVv	aaVv
ав	aavv	aavv	aavv	aavv

2) Є ще 2 варіанти розв'язання задачі. Материнська рослина з домінантними ознаками могла бути гетерозиготною за однією ознакою і гомозиготною – за іншою. Це  $AaVV$  і  $AABV$ .

а)  $P \text{♀} AaVV \times \text{♂} aavv$

$F_1$

$\text{♀} \backslash \text{♂}$	ав	ав	ав	ав
АВ	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.
Ав	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.
аВ	AaVv б.г.	AaVv б.г.	AaVv б.г.	aaVv б.г.
ав	AaVv б.г.	AaVv б.г.	AaVv б.г.	aaVv б.г.

У цьому варіанті ми маємо 2 фенотипових класи: забарвлені гладенькі і білі гладенькі зернівки в однаковій кількості (1:1).

б)  $P \text{♀} AABV \times \text{♂} aavv$

$F_1$

$\text{♀} \backslash \text{♂}$	ав	ав	ав	ав
АВ	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.	AaVv ж.г.
АВ,	AaVv	AaVv	AaVv	AaVv

	ж.зм.	ж.зм.	ж.зм.	ж.зм.
АВ	АаВв ж.г.	АаВв ж.г.	АаВв ж.г.	АаВв Ж.г.
Ав	Аавв ж.зм.	Аавв ж.зм.	Аавв ж.зм.	Аавв ж.зм.

Аналогічно маємо 2 фенотипових класи: забарвлені гладенькі і забарвлені зморшкуваті в однаковій кількості (1:1).

3; Схрещуємо дві гібридні гетерозиготні за обома ознаками рослини:

P ♀ АаВв x ♂ АаВв

F<sub>2</sub>

♀ \ ♂	АВ	Ав	аВ	ав
АВ	ААВВ ж.г.	ААВв ж.г.	АаВВ ж.г.	АаВв ж.г.
Ав	ААВв ж.г.	ААвв ж.зм.	АаВв ж.г.	Аавв ж.зм.
аВ	ААВВ ж.г.	ААВв ж.г.	АаВВ б.г.	АаВв Б.г.
ав	ААВв ж.г.	ААвв ж.зм.	АаВв б.г.	Аавв б.зм.

Маємо розщеплення 9:3:3:1; жов. гл.: жов. зм.: білі гл.: білі зм.

### Задачі для самостійного розв'язання

1. У курей оперені ноги (F) домінують над голими (f), а гороховидний гребень (P) - над простим (p). Двох півнів А і В - схрестили з двома курками С і D. Усі птахи мали оперені ноги та гороховидний гребінь. Від схрещування півня А з двома курками потомство буде тільки з опереними ногами та гороховидним гребенем. Від півня В та курки С буде оперене і голоноге потомство, а потомство від півня В та курки D розщепилося тільки за формою гребня. Які генотипи всіх чотирьох птахів?

2. У морських свинок скошлячена шерсть (K) домінує над гладенькою (k), а чорний колір (B) - над білим (b). Дві скошлячені чорні свинки від схрещування між собою дали двох потомків - скошляченого білого і гладенького чорного. Яке потомство слід чекати в майбутньому від цих свинок?

3. У людини карі очі (B) домінують над блакитними (b), а темне забарвлення волосся (Й) над світлими (г). Блакитноокий бр'юнет, батько якого був блондином, одружився з карою блондинкою з родини, усі члени якої протягом кількох поколінь мали карі очі. Яких потомків за цими ознаками слід чекати від такого шлюбу?

4. У людини ознака карих очей (B) домінує над ознакою блакитних (b), а здатність краще володіти правою рукою (A) - над



здатністю краще володіти лівоюю (а). Блакитноокий правша одружується з кароокою правшою. У них народилося двоє дітей - кароокий лівша та блакитноокий правша. Від другого шлюбу з другою правоокою правшою у цього чоловіка народилося 9 карооких дітей, всі виявились правшами. Які генотипи батьків?

5. У собак чорний колір шерсті визначається геном (В), коричневий - (в), суцільне забарвлення (S), рябе - (s).

а) Коричневий батько і чорно-ряба мати мають 5 цуценят: 1 чорного, 1 коричневого, 1 чорнорябого і 2 коричневорябих. Які генотипи батьків?

б) У чорних батьків 6 цуценят - всі чорні. Які можливі генотипи батьків?

6. У дурману пурпурне забарвлення квіток (Р) домінує над білим (р), а колючі насінні коробочки (S) – над гладкими. Пурпурноквіткова гладка рослина, схрещена з білоквітковою колючою, дала 320 пурпурноквіткових колючих і 312 пурпурноквіткових гладких. Які будуть фенотипи і генотипи потомків, одержаних від схрещування цих двох типів F<sub>1</sub> між собою?

7. Визначить за фенотипом колосся пшениці при таких схрещуваннях АаВв х АаВв; ААвв х ааВВ; АаВв х аавв. Відомо, що у пшениці безостість (А) домінує над остистістю (а), а червоний колос (В) над білим (в).

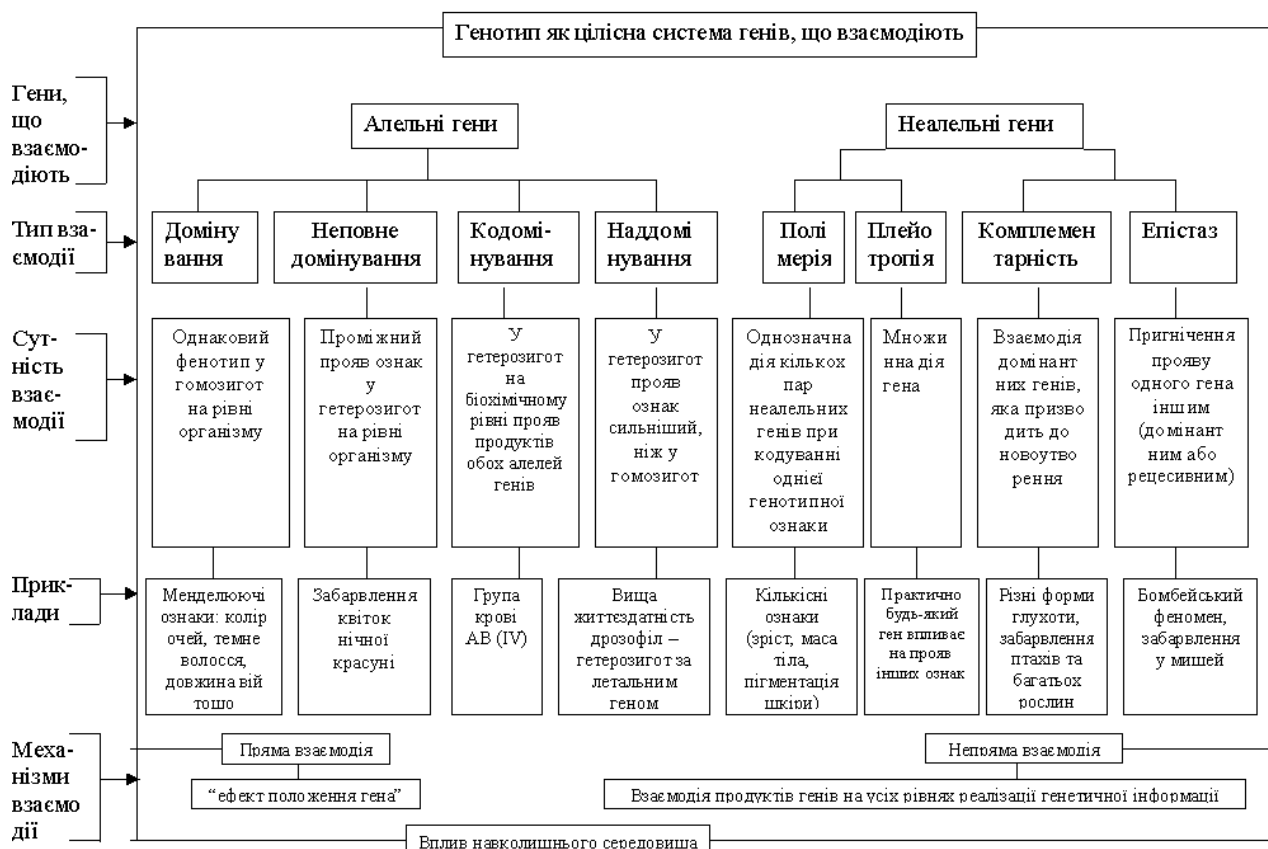
8. У сім'ї, де батьки добре чули і мали один гладке волосся, а другий кучеряве, народилась глуха дитина з гладким волоссям, їхня друга дитина добре чула і мала кучеряве волосся. Яка вірогідність подальшої появи глухих дітей з кучерявим волоссям у сім'ї, якщо відомо, що ген кучерявого волосся домінує над гладким, глухота – ознака рецесивна, і обидві пари генів знаходяться в різних хромосомах?

9. У флоксів білі квіти визначаються геном (W), кремові – (w), плоский віночок – (S), лійковидний – (s). Рослини з білими лійковидними квітами схрещені з рослиною з кремовими плоскими квітками. В потомстві  $\frac{1}{4}$  рослин має квіткі білі плоскі,  $\frac{1}{4}$  – білі лійковидні,  $\frac{1}{4}$  – кремові плоскі,  $\frac{1}{4}$  – кремові лійковидні. Визначить генотипи вихідних рослин.

10. Схрестили мишей з чорним домінантним забарвленням шерсті довгими вухами з мишами з рецесивним коричневим забарвленням шерсті і короткими вухами. Довгі вуха домінують над короткими. Які ознаки будуть мати потомки у F<sub>1</sub> і F<sub>2</sub>?

### 1.4.4.3. Неповне домінування моногібридного схрещування

#### Взаємодія алельних і неалельних генів у детермінації ознак



**Типова задача.** При схрещуванні між собою широколисточкових садових ротиків завжди утворюються рослини з широкими листками, а при схрещуванні вузьколисткових - рослини з вузькими листками. Від схрещування широколисточкової рослини з вузьколистковою виникають рослини з листками проміжної ширини. Яке буде покоління від двох особин з листками проміжної ширини? Що одержимо від схрещування вузьколисткової рослини з рослиною, що має проміжне листя?

**Методика розв'язання:** З умови задачі зрозуміло, що рослини, обрані для схрещування, були гомозиготними. Від схрещування широколисточкових рослин з вузьколистковими дістали рослини з листками проміжної ширини. За генотипом це були гетерозиготні рослини. Позначимо ген, що зумовлює широкі листки буквою Ш, а ген вузьколисткості – ш. Генотип рослин з широкими листками буде ШШ, а вузьколисткості – шш. Проміжна форма матиме генотип Шш. Запишемо схему схрещування гібридів:

P ♀ Шш x ♂ Шш

Розписуємо гамети в решітку Пеннета і маємо схрещування.

F<sub>1</sub>

♀ \ ♂	Ш	Ш
ш	ШШ	ШШ
ш	Шш	Шш

З решітки видно, що в поколінні від схрещування двох рослин з проміжною шириною листків дістали розщеплення 1:2:1. тобто 25% рослин широколистякових, 25% – вузько-листякових, 50% – рослин з листками проміжної ширини.

Якщо схрестити за аналогічною схемою вузьколистякову рослину з рослиною, що має листки проміжної ширини, дістанемо 50% рослин з вузькими листками (генотип шш) і 50% рослин з листками проміжної ширини (генотип Шш).

### **Задачі для самостійного розв'язання**

1. Після схрещування між собою чистопородних білих курей потомство виявляється білим, а чорних курей - чорними. Потомство від схрещування білих і чорних курей - строкате. Яке забарвлення матимуть потомки білого півня і строкатої курки? Потомки двох строкатих особин?

2. Червоноплідні суниці після схрещування з червоноплідними завжди дають потомство з червоними ягодами, а рослини білоплідних суниць - з білими ягодами. Після схрещування цих двох форм одержують потомство з рожевими ягодами. Яким буде потомство від схрещування між собою гібридних рослин суниць з рожевими ягодами? Яким буде потомство від схрещування між собою червоноплідних суниць пилюком гібридних суниць з рожевими ягодами?

3. У рослини нічної красуні червоне забарвлення не повністю домінує над білим. Гетерозиготні рослини (Аа) мають рожеве забарвлення. Визначте генотипи та фенотипи гібридів від схрещування рожевоквіткової рослини з червоноквітковою.

4. Яке отримають потомство P<sub>1</sub> і P<sub>2</sub> за фенотипом та генотипом від схрещування шортгорнської червоної породи скота з білою породою? Яке потомство буде від схрещування чалих тварин з червоними? А чалих з білими?

5. Кохинурові норки (світле забарвлення з чорним хрестом на спині) одержують в результаті схрещування білих норок з темними. Схрещування між собою білих норок дає біле потомство, а схрещування між собою темних норок - темне, а) Яке потомство одержать від схрещування кохинурових норок з білими? б) На звірофермі від схрещування кохинурових норок одержано потомство 74 білих, 77 чорних і 152 кохинурових. Скільки особин з них і які будуть гомозиготними?

### Задачі на аналізуюче схрещування.

Великий інтерес становить визначення генотипу схрещування особин з домінантною ознакою (AA або Aa) та гомозиготних за рецесивною ознакою (aa). В цьому разі рецесивна форма утворює лише один тип гамет з алеллю (a). Це дає можливість виявити будь-яку з двох алелей генотипу, провівши аналізуюче схрещування або тест-крос. Аналізуюче схрещування – це цілеспрямоване схрещування. Що дає можливість визначити генотипи того чи іншого організму на підставі схрещування його з рецесивною формою.

У селекції аналізуюче схрещування застосовують для раннього виявлення у батьківських форм (плідників) небажаних рецесивних ознак.

**Типова задача.** У людини ген природженої глухоти (d) є рецесивним щодо гена нормального слуху (D). Від глухонімої жінки та нормального чоловіка народилась глухоніма дитина. Визначити генотипи батьків.

Дано:	<i>Розв'язок.</i>
D - ген нормального слуху	Фенотип P: глухонімота x нормальний слух
d - ген глухонімоти	Генотип P: ♀ dd x ♂ Dd
F <sub>1</sub> - dd (глухоніма дитина)	Гамети P: d d
Генотип P - ?	Глухонімота
	F <sub>1</sub> dd

*Відповідь:* генотип матері гомозиготний – dd, а у батька – гетерозиготний – Dd.

### Задачі для самостійного розв'язання

6. У курей трояндоподібний гребінь домінує над простим. Птахівник підозрює, що деякі з віандотів, які мають розовидний гребень, гетерозиготні за чинником простого гребеня. Як встановити, чи вони гетерозиготні?

7. У людини ген, який викликає одну з форм спадкової глухонімоти, рецесивний щодо гена нормального слуху, а) Яке потомство можна чекати від шлюбу гетерозиготних за даним геном батьків; б) Від шлюбу глухонімої жінки з нормальним чоловіком народилася глухоніма дитина. Визначте генотипи батьків.

8. Дві чорні самки миші схрещені з коричневим самцем. Перша самка принесла в кількох приплодах 9 чорних та 7 коричневих мишенят, а друга – 17 чорних. Які висновки можна зробити щодо успадкування чорного та коричневого забарвлення мишей? Які генотипи батьків?

9. Чи можна побоюватися, що в дитини спостерігатиметься відсутність емалі на зубах (ознака домінантна), якщо батько має нормальні зуби, а в матері спостерігається аномалія? Батько матері мав нормальні зуби.

#### 1.4.4.4. Кодомінування. Групи крові

У людей групи крові системи АБО визначаються взаємодією трьох алелей одного локусу:  $i^o$ ,  $I^A$ ,  $I^B$ . Ці гени взаємодіють між собою за типом кодомінування, тобто  $I^A > i^o$  та  $I^B > i^o$ , але при поєднанні в генотипі  $I^A$  і  $I^B$  кожен із них проявляється у фенотипі незалежно і повною мірою. Зведемо інформацію щодо груп крові до таблиці:

Група крові	Генотипи людей	Фенотип	
		аглютиногени	аглютиніни
I	$i^o i^o$	о	а, б
II	$I^A I^A, I^A i^o$	A	б
III	$I^B I^B, I^B i^o$	B	а
IV	$I^A I^B$	A і B	0

1. Гомозиготна мати має А(II) групу крові, гомозиготний батько – В(III) групу крові. Які групи крові можливі у їхніх дітей?

2. У хлопчика О (I) група крові, у його сестри – АВ (IV). Визначте групи крові і генотипи їхніх батьків.

3. У пологовому будинку переплутали двох хлопчиків, батьки одного з них мають О (I) і А (II) групи крові, а батьки другого – А (II) і АВ (IV) групи крові. Аналіз показав, що у дітей 0 (I) і АВ (IV) групи крові. Визначте, хто чий син.

4. Жінка, гетерозиготна за А (ii) групою крові, вийшла заміж за чоловіка з АВ (IV) групою крові. Які групи крові матимуть їхні діти?

5. У батьків з II і III групами крові народилася дитина з I групою крові, хвора на серпоподібно-клітинну анемію (незчеплене з групами крові аутосомне успадкування з неповним домінуванням). Визначте ймовірність народження хворих дітей з I групою крові.

6. У карооких батьків народилося четверо дітей, з яких двоє блакитнооких мають I і IV групи крові, а двоє карооких – II і III. Карий колір очей домінує над блакитним і визначається аутосомним геном. Яка ймовірність народження наступної кароокої дитини з I групою крові?

7. У карооких батьків – четверо дітей, двоє з яких блакитноокі та мають I і IV групи крові, а двоє кароокі – II і III, Карий колір очей домінує над блакитним і визначається аутосомним геном. Яка ймовірність народження наступної кароокої дитини з II групою крові?

8. У карооких батьків – четверо дітей, з яких двоє блакитнооких мають I і IV групи крові, а двоє карооких – II і III. Карий колір очей домінує над блакитним і визначається аутосомним геном. Яка ймовірність народження наступної кароокої дитини з III групою крові?

9. У карооких батьків – четверо дітей, з яких двоє блакитнооких мають I і IV групи крові, а двоє карооких – II і III. Карий колір очей домінує над блакитним і визначається аутосомним геном. Яка ймовірність народження наступної кароокої дитини з IV групою крові?

10. У карооких батьків – четверо дітей, з яких двоє блакитнооких мають I і IV групи крові, а двоє карооких – II і III. Карий колір очей домінує над блакитним і визначається аутосомним геном. Яка ймовірність народження наступної блакитноокої дитини з III групою крові?

#### 1.4.4.5. Генетика статі. Зчеплене зі статтю успадкування

Зчеплені гени містяться в одній хромосомі і складають одну групу зчеплення. У процесі мейозу весь білок генів (гр. зчеплення) потрапляє в певну гамету. Роз'єднати гени в групі зчеплення можна завдяки кросинговеру – обміну ділянки між гомологічними хромосомами.

**Типова задача.** Рецесивний ген гемофілії (h) міститься в X-хромосомі. Батько дівчини – гемофілік, а мати здорова і походить з родини, в роду якої цієї хвороби не було.

Дівчина виходить заміж за здорового хлопця. Що можна сказати про їхніх дітей – синів і дочок, а також про онуків обох статей (за умови, що сини і дочки не будуть одружуватись з гемофіліками)?

**Методика розв'язання:** Прийнято позначати статеві хромосоми в гомогаметної статі XX, у гетерогаметної XY. В умові задачі сказано, що батько дівчини гемофілік, отже його генотип позначимо  $X^hY$ . Мати здорова і в роду її гемофілії не було, отже її генотип  $X^HX^H$ . Генотип дівчини  $XX^h$  (X-хромосому з рецесивним геном гемофілії вона отримала від свого батька).

Схема схрещування:

$P \quad \text{♀} XX^h \times \text{♂} XY$

Побудуємо решітку Пеннета, розпишемо гамети і проведемо схрещування:

♀ \ ♂	X <sup>H</sup>	Y
X <sup>H</sup>	X <sup>H</sup> X <sup>H</sup>	X <sup>H</sup> Y
X <sup>h</sup>	X <sup>H</sup> X <sup>h</sup>	X <sup>h</sup> Y

Всі дівчини – здорові, але половина за них будуть носіями гена гемофілії. Половина хлопчиків будуть здорові, половина – хворі, бо в них відсутній домінантний алель, який би прикрив ген (h) і не дав йому змогу реалізуватись. Ген (h) у гомозиготному стані спричиняє летальний ефект. Дівчинки  $X^hX^h$  – гинуть ще ембріонами. Тому жінок-гемофіліків практично не буває. Аналогічний характер успадкування мають рецесивні гени дальтонізму та інші, які можуть також міститись в X-хромосомі.

### Задачі для самостійного розв'язання

1. У дрозоді, ссавців і людини гомогаметна жіноча стать, а гетерогаметна – чоловіча. У птахів – гомогаметна чоловіча стать, а гетерогаметна – жіноча. Які статеві хромосоми містяться в клітинах тіла: а) самки дрозоді; б) самця дрозоді; в) курки; г) півня; д) жінки; ж) чоловіка?

2. У дрозоді гени, що визначають червоний (W і білий w колір очей, локалізовані в X-хромосомі. У-хромосома не має генів, що визначає колір очей. Які типи гамет (враховуючи хромосоми і гени, що в них містяться) утворює гомозиготна червоноока самка?

3. У людини рецесивний ген гемофілії (h) (різко знижене з'єднання крові) локалізований в X-хромосомі. Які типи гамет утворює жінка з нормальним з'єднанням крові, гетерозиготна за гемофілією? Які типи гамет утворює жінка з нормальним з'єднанням крові?

4. У людини рецесивний ген дальтонізму (c) (нездатність розрізняти кольори) локалізований в X-хромосомі. Які типи гамет утворює жінка з нормальним зором, батько якої був дальтоніком? Які типи гамет утворює жінка з нормальним зором, батько якого був дальтоніком?

5. Дочка гемофіліка виходить заміж за іншого гемофіліка, причому наречений і наречена не хворіють гемофілією. Визначить ймовірність народження від цього шлюбу здорових дітей.

6. Чоловік з нормальним з'єднанням крові дізнався про те, що сестра його дружини народила хлопчика гемофіліка. Він затурбувався, якими будуть його діти. Чи змогли заспокоїти його повідомлення про те, що серед родичів його дружини по материнській лінії гемофілія ніколи не спостерігалась?

7. Дальтонізм у людини успадковується в зчепленому X-хромосомою стані і викликає рецесивним геном. Чоловік – дальтонік одружується з нормальною жінкою, батько якої був дальтоніком. Яким буде зір у інших дітей? Яким буде зір у дітей від шлюбу дальтоніка з жінкою, яка не є носієм гена дальтонізму?

8. Дочка дальтоніка одружується із сином дальтоніка, причому наречений і наречена розпізнають кольори нормально. Який зір буде у їхніх дітей?

9. Які діти можуть народитися від шлюбу гемофіліка з жінкою дальтоніком, яка не є носієм гемофілії?






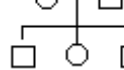

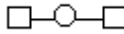













10. У потемків високий ріст стебла домінує над карликовим, а округла форма плода – над грушеподібною. Гени висоти стебла і форми плода знаходяться на відстані 20 марганід. Схрещено гомозиготну за обома ознаками рослину з карликовою, що має грушеподібні плоди. Яке потомство потрібно чекати від цього схрещування?

### **Генетичні карти.**

Генетичною картою називають схему відносного розміщення генів у хромосомі. Скласти генетичні карти дуже важливо, бо знання

локалізації того чи іншого гена, що контролює розвиток ознак, у селекційно-генетичній роботі полегшує добір пар для схрещування, можливість вилучити той інший шкідливий ген.

За одиницю відстані між генами прийнято 1% кросинговера - морганіду (назва на честь Т.Моргана, який виявив кросинговер).

	- особа чоловічої статі
	- особа жіночої статі
	- стать невідома
	- шлюб
	- неофіційний шлюб
	- шлюб та діти (сібси)
	- близькоспоріднений шлюб
	- двічі в шлюбі
	- монозиготні (однойцеві) близнята
	- дизиготні (різнойцеві) близнята
	- викидень
	- аборт
	- медичний аборт
	- бездітний шлюб
	- носій рецесивного гена
	- померлий
	- пробанд
	- хворий
	- мертвонароджений
	- особисто обстежений
	

**Типова задача.** У дрозофіли рецесивний ген (в), що детермінує чорне тіло, і ген (р), що детермінує пурпурний колір очей, розміщені у другій хромосомі в локусах 48,5; 54,5. їхні нормальні алелі -домінантні гени сірого тіла (В) і червоного кольору очей (Р).

Визначте, які типи гамет та з якою частотою утворюються у самки Розв'язок.

1. В наслідок мейозу (кросинговеру) виникають гамети (ВР) та (вр). Процент кросоверних гамет дорівнює проценту відстані між цими генами.

2. Локус (в) розташований на 48,5 одиниць, а локус (Р) на 54,5 одиниць. Знаходимо різницю між ними:

$$54,5 - 48,5 = 6,0 \text{ одиниць}$$

3. Кросинговерні гамети (ВР) та (вр) виникають з частотою С, а некросинговерні:  $100 - 6 = 94\%$

**Відповідь:** виникають гамети (ВР) з частотою 6%, а (вр) з частотою 94%.



11. У дрозоділі рецесивний ген білоокості (W) міститься в Х-хромосомі в локусі 1,5, а доміантний ген (A) зміненої форми черевця - в локусі 4,5.

Визначте типи гамет та їх кількість, що утворюються у дрозоділі таких генотипів: а) самки WA; б) білоокого самця з нормальним черевцем.

12. У кукурудзи забарвлений ендосперм і гладенькі зерна визначаються доміантними генами (A) і (B), а незабарвлений ендосперм і зморшкуваті зерна – рецесивними алелями (a) і (b). Ці гени містяться в одній парі гомологічних хромосом, тобто успадковуються в зчепленому стані, Кросинговер між цими генами відбувається в 3,6% випадків.

а) Які типи гамет і в якому процентному співвідношенні утворюються у рослин з такими генотипами: AB; Ab?

б) Якими буде потомство від схрещування дигетерозиготної рослини кукурудзи AB з подвійною рецесивною формулою ab?

13. Дигетерозиготну за генами (A) і (B) самку дрозоділі було схрещено із самцем, який мав обидві рецесивні ознаки. У потомстві спостерігалось таке розщеплення: 25% AaBb, 25% Aabb, 25% aaBB, 25% aabb. Як спадкуються ці гени: вільно комбінуються відповідно до закону Менделя чи успадковуються в зчепленому стані?

### **Метод родоводів.**

Один з важливих методів медичної генетики - складання родоводів для сімей із спадковою патологією. Більшість людей знає рідних свого покоління: і по висхідній лінії покоління батьків та дідів, і по низхідній – покоління дітей (діти і племінники). Якщо в сім'ї є спадкова патологія, звичайно, відомо, хто з рідних був хворий. Це дозволяє скласти родовід сім'ї, включаючи три-чотири покоління. Особа, яка звернулася до клініки і є вихідним пунктом для складання родоводу, називається пробандом. Бажано користуватися відомостями, одержаними не тільки від пробанда, але також і від декількох його родичів, щоб запобігти помилки. Відомості про рідних по висхідній і низхідній лініях потрібно одержувати з максимальною повнотою, особливо в тій із висхідних ліній, з якої походить патологічний ген. При складанні родоводу за допомогою таблиці користуються умовними знаками.

Фігури в родоводі розташовуються за поколіннями, кожне з яких займає окремих рядок і позначається в лівій частині рядка римською цифрою. Всі індивіди цього покоління позначаються арабськими цифрами. Для позначення родинних зв'язків між членами родоводу застосовуються наступні знаки.

Горизонтальна лінія, що з'єднує коло з квадратом, – лінія шлюбу. Від неї відходить графічне "коромисло", до якого прикріплені знизу діти, які народилися від цього шлюбу. Близнята позначаються поряд

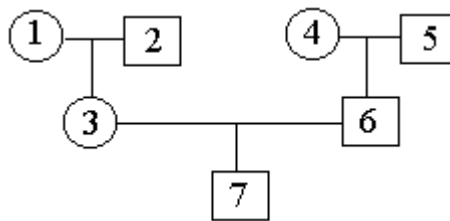
розташованими фігурами (колами, квадратами), підвішеними до однієї спільної точки коромисла.

Одружені діти з'єднуються лініями шлюбу зі своїми подружжями. Щоб позначити, що в подружньої пари було декілька дітей, ставлять ромб з цифрою всередині. Ця цифра означає число дітей.

**Типова задача.** Блакитноокий юнак, батьки якого мали карі очі, одружився на кароокої жінці, у батька якої карі очі, а у матері - блакитні. Від цього шлюбу народився блакитноокий син. Визначте генотипи кожного зі згаданих осіб і складіть схему родоvodu.

*Розв'язок*

При складанні родоvodu, позначають лініями родичів, кружком – осіб жіночої статі, квадратом осіб чоловічої статі. Всередині цих фігур записують умовні номери перерахованих в задачі осіб (по порядку їх згадування), а поряд – їх фенотипи та генотипи або гени по умові задачі; невідомі гени позначають знаком “?”; на підставі принципу гіпотези чистоти гамет визначаємо і записуємо невідомі гени згаданих осіб, починаючи з останнього.



*Відповідь:* 1 - aa; 2 - Aa; 3 - Aa; 4 - Aa; 5 - Aa або AA; 6 - aa; 7 - aa.

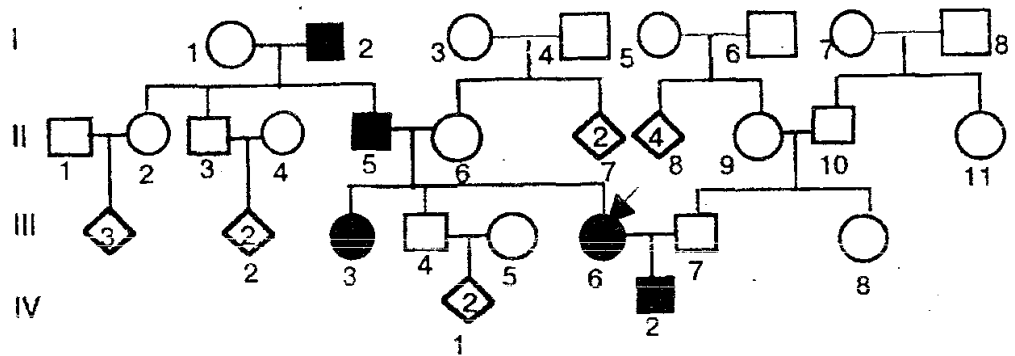
### **Задачі для самостійного розв'язання**

14. Платинову (рецесивну) норку, батьки якої коричневі, схрестили з коричневою норкою, батько якої коричневий, а мати - платинова. При схрещуванні отримали декілька платинових норок (онуків). Визначте генотипи кожного з тих, кого згадували в задачі, складіть схему родоvodu.

15. При схрещуванні сірої крільчихи, батьки якої були сірими, з сірим кролем, батьки якого теж були сірі, народились декілька чорних кроленят (онуків). Визначте генотипи згаданих тварин, складіть їх родовід.

16. Жінка з нерижим волоссям, мати і батько у якої мають нерижі волосся, вступила в шлюб з рижоволосим чоловіком, мати якого мала риже волосся. Від цього шлюбу народився хлопчик з нерижим волоссям. Знайдіть генотипи всіх осіб і складіть схему родоvodu цієї родини.

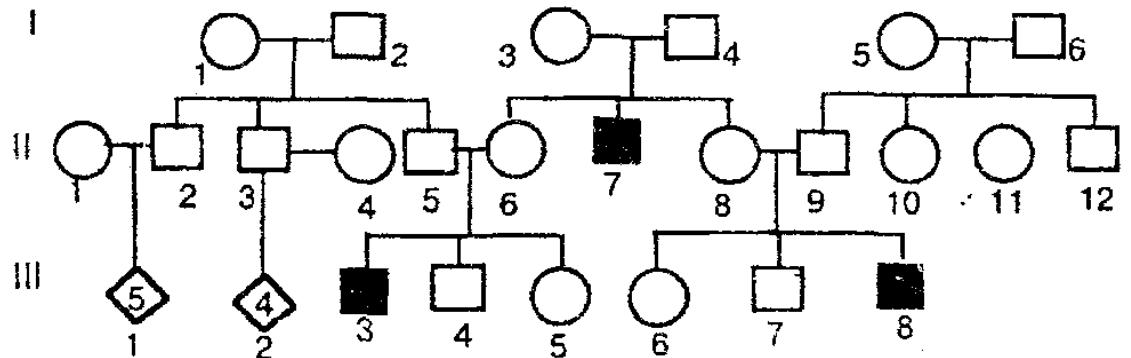
17. Заданими зібраного у пробанда (III - 6, відмічений стрілкою) анамнезу для сім'ї із 'падковим захворюванням складено наведений нижче родовід.



а) Прочитайте родовід, взявши за відправний пункт пробанда. В якій спорідненості з пробандом знаходяться його хворі рідні: I - 2; II - 5; III - 3; IV - 2?

б) Як спадкується хвороба: домінантне чи рецесивне, зчеплене з статтю або аутосомно?

18. Для сім'ї з спадковим захворюванням складений родовід.

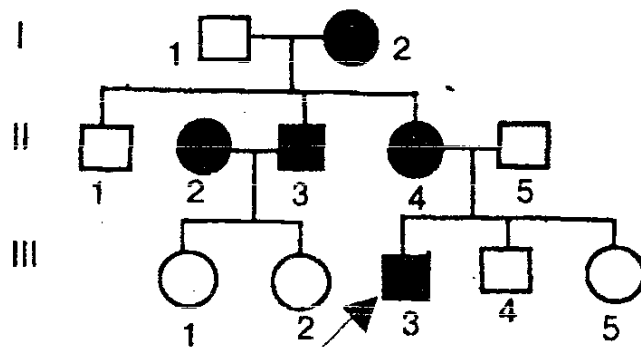


а) В якій спорідненості знаходяться хворий III - 3 з хворими II - 7 і III - 8?

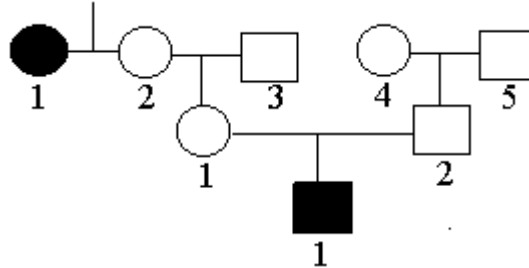
б) Як спадкується хвороба?

в) Які члени родоводу гетерозиготні?

19. Пробанд – хлопчик, який добре володіє правою рукою. Брати і сестри його – лівші. Мати пробанда – правша, а батько – лівша. У матері пробанда два брати, один із них – правша, другий – лівша. Бабуся пробанда за материнською лінією – правша, а дід – лівша. Брат матері пробанда (дядько пробанда) – правша, одружився з жінкою – правшою. У них дві дочки – лівші. Складіть родовід сім'ї, визначте характер успадкування ознаки і генотипи всіх членів сім'ї.



20. У людини відсутність потових залоз кодується рецесивним геном. У сім'ї народився син, у якого відсутні потові залози. Батьки дитини, а також бабусі і діди за материнською і батьківською лініями були з нормальною шкірою, але сестра бабусі страждала відсутністю потових залоз, Визначте генотипи заданих осіб і складіть схему родоvodu цього роду. Як успадковується дане захворювання?



21. Пробанд – хлопчик з ластовинням. У його брата ластовиння немає. Мата і батько пробанда з ластовинням. Батько був одружений двічі. Його друга жінка і троє дітей від другого шлюбу (одна дочка і два сини) без ластовиння. Складіть родовід сім'ї визначте характер успадкування ознаки і генотипи всіх осіб родоvodu.

22. Складіть родовід за даними анамнезу. Пробанд – хвора на шизофренію жінка, її брат і сестра здорові. Батько пробанда здоровий. З боку батька є такі родичі: хворий на шизофренію дядько і дві здорові тітки, одна з них має трьох здорових дітей, друга – здорового сина. Дід і бабуся з боку батька здорові. Сестра бабусі хворіла на шизофренію. Мати пробанда, дядько, діди бабуся з материнського боку здорові, У дядька двоє здорових дітей. Склавши родовід, визначте, за якою лінією передається схильність до хвороби?

23. У людини один з видів глухоти успадковується зчепленні із статтю (ген локалізований у Х-хромосомі), а другий – за аутосомно-рецесивним типом. Двоє молодих людей з нормальним слухом (наречений і наречена) звернулись у генетичну консультацію у зв'язку з проявом у обох сім'ях аномалії слуху. У нареченого були глухими брат, дядько з боку матері і племінник (син сестри), мати, батько і сестра здорові. У нареченої були глухими брат і сестра, а батьки її мали нормальний слух. Складіть родовід. Визначте тип успадкування глухоти в кожній сім'ї. Яка ймовірність захворювання майбутніх дітей у сім'ї, що консультувалась?

#### 1.4.4.6. Статистичні закономірності модифікаційної мінливості

У наукових або практичних дослідженнях часто потрібно дістати інформацію про деякі статистичні показники досліджуваних організмів. Це дає можливість прогнозувати варіювання цих параметрів у будь-якого організму, що належить до цього ж біологічного виду.

Статистична обробка зазвичай передбачає одержання таких показників:

**V** – варіанта, значення окремої ознаки;

**p** – частота зустрічальності певної варіанти;

**n** – загальна кількість досліджуваних об'єктів;

**M** – середня арифметична величина;

**m** – помилка середньої;

**M<sub>0</sub>** – мода, тобто варіанта, що найчастіше трапляється;

**δ** – середнє квадратичне відхилення;

**lim** – розмах мінливості (ліміт, який визначає норма реакції).

Для прикладу розглянемо у загальному вигляді біометричний (статистичний) аналіз модифікаційної мінливості лінійних розмірів (у мм) голок ялини, використавши дані, одержані при вимірюванні 100 голок. Оскільки кількість усіх голок на одному дереві вимірюється сотнями тисяч, то 100 з них являють собою вибірку, що може правильно відобразити загальну сукупність. Голки з однієї рослини мають однакову генетичну інформацію, тобто можна унеможливити вплив генотипної мінливості.

Варіанти лінійних розмірів голок можуть відрізнятися на малу величину, яка визначається точністю вимірювань. Якщо ці числа ранжувати (розмістити варіанти від найменшої до найбільшої), то вони утворять безперервний варіаційний ряд. Потім визначають розмах мінливості:

$$\text{lim} = V_{\max} - V_{\min} - 1$$

тобто з найбільшої варіанти віднімають значення, що передуює мінімальній варіанті. Середню величину **M** знаходять за формулою:

$$M = \frac{\sum v \times p}{n}$$

Середня арифметична величина є важливою характеристикою ознаки. Порівняння середніх величин різних виборок дає цінний матеріал для аналізу. Проте при одній і тій самій середній величині одержувані відхилення можуть варіювати різною мірою. Показником варіабельності (міра коливання) ознаки є **δ**, яку визначають за формулою:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (V - M)^2}{n - 1}}$$

де в чисельнику - сума квадратів відхилень варіант від середньої арифметичної, а в знаменнику - число спостережень без одного. Помилку середньої розраховують за формулою:

$$m = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

Отже, ми одержимо дані про те, що лінійні розміри голок ялини становлять у середньому для вказаної вибірки:  $M \pm \delta$ .

Максимальна довжина голок ялини:  $M + 3\delta$ , мінімальна довжина:  $M - 3\delta$ .

Таким чином можна оцінювати кількісні параметри інших фенотипних ознак у будь-яких організмів. Графічне зображення варіаційного ряду – це варіаційна крива. На підставі одержаних даних будують графік розподілу варіант за частотою зустрічальності. Координатами є вісь абсцис і вісь ординат. На осі абсцис відкладають у довільному масштабі значення варіант –  $V$ , а на осі ординат – відповідні їм частоти –  $p$ . На перетині  $V$  і  $p$  ставлять точки, які потім з'єднують лініями.

Графічне зображення варіаційного ряду наочно показує, що найчастіше трапляються варіанти, близькі за значенням до  $M$ , а найрідше –  $V_{\max}$  і  $V_{\min}$ .

### Задачі для самостійного розв'язання

1. Наведено варіаційний ряд кількості другорядних махових пір'їн у крилі альбатроса:

Кількість	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Кількість птахів	2	5	8	12	16	23	15	10	<sup>8</sup>	1

Побудуйте варіаційну криву і визначте: а) значення  $M$ ,  $\delta$ ,  $m$ ,  $M_0$ ; б) норму реакції даної ознаки; в) теоретично можливі максимальне і мінімальне значення варіант для особин даного виду.

2. Наведено варіаційний ряд кількості цуценят в одному приплоді у собак породи боксер:

Кількість цуценят	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кількість приплодів	3	7	11	25	32	44	39	29	6	4

Побудуйте варіаційну криву і визначте: а) значення  $M$ ,  $\delta$ ,  $m$ ,  $M_0$ ; б) норму реакції даної ознаки; в) теоретично можливі максимальне і мінімальне значення варіант для цього показника.

3. Наведено варіаційний ряд маси тіла учнів 10-11 класів чоловічої статі:

Маса тіла, кг	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
---------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Кількість учнів	2	3	7	15	22	20	17	11	2	1
-----------------	---	---	---	----	----	----	----	----	---	---

Побудуйте варіаційну криву і визначте; а) значення  $M$ ,  $\delta$ ,  $m$ ,  $M_0$ ; б) норму реакції даної ознаки; в) теоретично можливі максимальне і мінімальне значення варіант для цього показника.

**4.** Підраховано кількість горизонтальних світлих смужок на листку сансев'єри завдовжки 25 см. Результати оформлено у вигляді варіаційного ряду:

Кількість смужок	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Кількість листків	3	6	13	14	16	25	23	18	12	7

Побудуйте варіаційну криву і визначте: а) значення  $M$ ,  $\delta$ ,  $m$ ,  $M_0$ ; б) норму реакції даної ознаки; в) теоретично можливі максимальне і мінімальне значення варіант для цього показника.

**5.** Наведено варіаційний ряд кількості мальків в одному приплоді в акваріумних рибок мечоносців:

Кількість мальків	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Кількість приплодів	2	5	9	15	28	30	22	19	8	5

Побудуйте варіаційну криву і визначте: а) значення  $M$ ,  $\delta$ ,  $m$ ,  $M_0$ ; б) норму реакції даної ознаки; в) теоретично можливі максимальне і мінімальне значення варіант для цього показника.

#### 1.4.4.7 Генетика популяцій. Закон Харді-Вайнберга

Кожна популяція має свої певні екологічні та генетичні характеристики. Генетичній структурі популяції властиві такі показники:

- генофонд (сукупність носіїв усієї генетичної інформації);
- концентрація окремих генів у особин в популяції;
- частоти зустрічальності різних генотипів, утворених цими генами.

Популяційна генетика вивчає закономірності зміни із покоління в покоління генетичної структури популяцій. У реальних популяціях генетична структура змінюється під впливом багатьох чинників, а в ідеальних популяціях генетична структура залишається незмінною протягом багатьох поколінь. Цей логічний висновок відомий як “закон Харді-Вайнберга”, який і є основою популяційної генетики.

Математичні вирази цього закону застосовують для ідеальних популяцій, тобто таких, які характеризуються:

- нескінченно великою кількістю особин;
- відсутністю мутацій, міграцій, природного добору;
- наявністю панміксії (вільне схрещування);
- співвідношенням особин чоловічої та жіночої статі -1:1.

Припустимо, що в ідеальній популяції кількість усіх організмів дорівнює одиниці (100%). Позначимо концентрацію домінантного гена А через  $p$ , а частоту зустрічальності його рецесивного алеля  $a$  - через  $q$ .

Отже, якщо не враховувати інші алелі, їхня сукупна концентрація дорівнюватиме:

$$p + q = 1$$

Це означає, що ймовірність виявлення цих алелей у батьківських організмах, а також у сперматозоїдах і яйцеклітинах теж дорівнюватиме відповідно  $p$  і  $q$ . Неважко здогадатися, що:  $p = 1 - q$ , а також  $q = 1 - p$ .

Ми пам'ятаємо, що ймовірність появи зиготи визначеного генотипу дорівнює добутку ймовірностей чоловічої та жіночої гамет, від злиття яких виникла ця зигота. Знайдемо у загальному вигляді ймовірність появи різних генотипів зигот у популяції (особин наступного покоління).

Підставивши частоти гамет у решітку Пеннета, одержимо на перетині ймовірності появи нових зигот. Це і буде математичним відображенням закону Харді-Вайнберга:

Гамети та їх частоти	$p$ (A)	$q$ (a)
$p$ (A)	$p^2$ (AA)	$pq$ (Aa)
$q$ (a)	$pq$ (Aa)	$q^2$ (aa)

Таким чином:  $p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa) = 1$ . (сукупність частот генотипів усіх організмів наступного покоління у популяції). Якщо



частоти генотипів у популяції відповідають цим показникам, то вважають, що генетична структура популяції перебуває у стані рівноваги.

В ідеальній популяції у наступному поколінні концентрація гамет з алеллю А від батьків із генотипами АА та Аа становитиме:

$$p^2 + \frac{2pq}{2} = p^2 + p \cdot (1 - p) = p^2 + p - p^2 = p$$

а концентрація гамет з алеллю а від батьків із генотипами Аа і аа:

$$q^2 + \frac{2pq}{2} = q^2 + q \cdot (1 - q) = q^2 + q - q^2 = q$$

Отже, концентрації алелей у наступних поколіннях не змінюються порівняно з попередніми.

За допомогою згаданих формул можна обчислювати відносну частоту зустрічальності різних генотипів і фенотипів, а також частоту невідомої алелі в популяції. Треба враховувати, що частота певного генотипу – це відносна кількість особин із наданим генотипом у популяції. Тобто, якщо в задачі даються якісь конкретні кількості особин, то їх потрібно переводити у відносні.

Якщо частоти генів чи генотипів у популяції вказуються в частках одиниці, загальне число генів чи особин у популяції приймаємо за одиницю. Якщо частоти генів чи генотипів необхідно виразити у відсотках, загальну кількість особин у популяції або алельних генів приймаємо за 100%.

Звісно, якщо якась із умов ідеальної популяції порушується (наприклад, замість панміксії спостерігається самозапліднення), то в цьому випадку закон Харді-Вайнберга не спрацьовує і вищезгадані формули не будуть коректними.

**Типова задача №1.** Серед жителів Лондона частота зустрічання альбіносів 1/20000. Визначити насиченість популяції геном альбінізму (тобто резерв, мутаційної мінливості).

Примітка: альбінізм обумовлюється рецесивним алелем.

*Розв'язок*

Згідно закону Харді-Вайнберга, частота зустрічання домінантних і рецесивних алелей і ідеальній популяції описується формулою  $p + q = 1$  (де  $p$  – частота зустрічання домінантних; алелей, а  $q$  – рецесивних). Частоту зустрічання гомозигот і гетерозигот можна визначити з формулою:  $p(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa) = 1$ . Отже, якщо альбіноси (aa) зустрічаються з частоток 1/20000, то  $q^2 = 1/20000$ .

Звідси:

$$q = \sqrt{\frac{1}{20000}} \approx \frac{1}{140}, \quad p = 1 - q$$

Тобто

$$p = 1 - \frac{1}{140} = \frac{139}{140}; \quad 2pq = 2 \cdot \frac{1}{140} \cdot \frac{139}{140} = \frac{1}{70}$$

Отже, кожний сімдесятий житель Лондона несе в собі ген альбінізму.

*Відповідь:* кожний сімдесятий житель Лондона є носієм гену альбінізму.

**Типова задача №2.** Популяція містить 400 особин. Із них з генотипами AA – 20; Aa – 120; aa – 260. Визначити p і q. Задачу можна подати у такому вигляді:

Дано:

*n* - загальне число особин;

*D* - число гомозигот за домінантним алелем;

*H* - число гетерозигот;

*R* - число гомозигот за рецесивним алелем.

*Розв'язок.*

$$p = \frac{D+0,5H}{n}; \quad p = \frac{20+60}{400} = 0,2; \quad q = \frac{R+0,5H}{n}; \quad q = \frac{260+60}{400} = 0,8$$

*Відповідь:* p = 0,2; q = 0,8.

**Типова задача №3.** На одному з островів зареєстровано 10000 лисиць, серед яких було 9 білих, решта – руді. Рудий колір домінує над білим. Визначте концентрацію алелів рудого і білого кольорів у цій популяції.

*Розв'язок.*

Лисиці розмножуються статеву, тому вважаємо, що популяція панміксична. Вона достатньо велика й ізольована (острівна).

Зважаючи на те, що мутації виникають рідко, ними можна знехтувати. Можна допустити також, що добір відсутній.

Дано:

*A* - руда шерсть лисиці

*a* - біла шерсть лисиці

*A* > *a*

Об'єм популяції 10000

Білих - 9 лисиць

p, q - ?

*Відповідь:* p = 0,97; q = 0,03.

*Розв'язок.*

$$p + q = p^2(\text{AA}) + 2pq(\text{Aa}) + q^2(\text{aa}) = 1$$

*руді                      руді                      білі*

Звідси

$$q^2 = \frac{9}{10000}; \quad q = \sqrt{0,0009} = 0,03$$

$$\text{Тоді: } p = 1 - q = 1 - 0,03 = 0,97$$

**Типова задача №4.** Група особин складається з 40 гетерозигот Aa. Визначте частоту домінантного і рецесивного алелів, визначивши частоту в частках одиниці та у відсотках від загального числа алелів (A + a) у даній групі особин.

*Розв'язок.*

У 40 особин з генотипом Aa на стадії зиготи 80 алелів, із яких 40 A і 40 a. Щоб виразити частоту алеля A (p) і частоту алеля a (q) в частках одиниці, треба розділити число алелів (A) або (a) на загальне число алелів (A + a);

$$p = \frac{A}{A+a} = \frac{40}{80} = 0,5 \text{ (або 50\%)}$$

$$q^2 = \frac{a}{A+a} = \frac{40}{80} = 0,5 \text{ (або 50\%)}$$

Сума частот:  $p + q = 0,5 + 0,5 = 1$  (або 100%).

**Відповідь:**  $p (A) = 0,5$  (або 50%);  $q (a) = 0,5$  (або 50%)

**Типова задача №5.** У популяції населення одного італійського міста в період з 1928 по 1942 роки народилося понад 26000 дітей, з яких 11 були гомозиготними за рецесивним геном  $th$ , який спричинює анемію Кулі (таласемію).

1) Визначити частоту алелів  $th$  і  $Th$  у популяції.

2) Визначити генетичну структуру популяції (частоту генотипів  $ThTh$ ,  $Thth$  і  $thth$ ).

*Розв'язок*

Розв'язання задачі починаємо з визначення відносної кількості дітей з подвійним геном  $thth$  у частках одиниці:

$$\frac{11}{26000} = 0,00042$$

Якщо

$$q^2 = 0,00042, \text{ то } q = \sqrt{0,00042} = 0,0206$$

$$p = 1 - q = 1 - 0,0206 = 0,9794.$$

У відсотках  $p (Th) = 97,94\%$ ;

$q(th) = 2,06\%$ .

2. За визначеною частотою домінантного і рецесивного генів установлюємо частоту генотипів за формулою Харді-Вайнберга:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1(100\%).$$

$$ThTh = p^2 = 0,9794^2 = 0,9592 = 95,92\%;$$

$$Thth = 2pq = 2(0,9794 \times 0,0206) = 0,0404 = 4,04\%;$$

$$thth = q^2 = 0,0004 = 0,04\%.$$

Гомозиготні домінанти, гетерозигота і рецесиви разом становлять генофонд популяції, який беремо за 100%.

$$95,92\% + 4,04\% + 0,04\% = 100\%$$

*Відповідь:*

1.  $p (Th) = 0,9794$ , або 97,94%;

$q(th) = 0,0206$ , або 2,06%.

2. 95,92%  $ThTh$  + 4,04%  $Thth$  + 0,04%  $thth$  = 100%,

або 0,9592  $ThTh$  + 0,0404  $Thth$  + 0,0004  $thth$  = 1

**Типова задача №6.** У популяції відомі частоти алелей:  $p = 0,8$ ;  $p = 0,2$ . Визначити частоту генотипів ( $AA$ ,  $Aa$ ,  $aa$ ) за умови, що популяція знаходиться в стані рівноваги.

*Розв'язок*

**I варіант.**

Умови рівноваги в популяції:  $p^2AA$ ,  $2pqAa$ ,  $q^2aa$ . Знаходимо частоти генотипів при заданих частотах алелей:

$$AA > p^2 = 0,64; Aa > 2pq = 2 \times 0,8 \times 0,2 = 0,32; aa > q^2 = 0,04.$$

## **II варіант.**

Для розв'язання використаємо формулу:

$$p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa) = 1.$$

$$\text{Звідси, } AA = 0,8 \times 0,8 = 0,64, Aa = 2 \times 0,8 \times 0,2 = 0,32,$$

$$aa = 0,2 \times 0,2 = 0,04.$$

$$\text{Відповідь: } AA = 0,64; Aa = 0,32; aa = 0,04.$$

## **Задачі для самостійного розв'язання**

1. Вчисліть частоту генотипів  $AA$ ,  $Aa$  та  $aa$  (у %), якщо гомозиготні особини ( $aa$ ) складають у популяції 1%.
2. У великої рогатої худоби породи шортгорн червона масть не повністю домінує над білою. Гібриди від схрещування червоних і білих особин мають чалу масть. У районі, який спеціалізується на розведенні шортгорнів, зареєстровано 4169 червоних, 3780 чалих і 756 білих тварин. Визначте частоту алелів червоного і білого забарвлень худоби в даному районі.
3. Популяція має наступний склад: 0,05  $AA$ ; 0,3  $Aa$ ; 0,65  $aa$ . Визначити  $p$  і  $q$ .
4. Вихідна популяція має наступні частоти генотипів: 0,1  $AA$ ; 0,2  $Aa$ ; 0,7  $aa$ . Привести дану популяцію в рівновагу.
5. На одному острові було відстріляно 10000 лисиць, з яких 9991 виявились рудими і 9 – білими. Визначте відсоткове співвідношення рудих гомозиготних, рудих гетерозиготних і білих лисиць.
6. Альбінізм у жита спадкується як аутосомна рецесивна ознака. На обстеженій ділянці з 84000 рослин виявлено 210 альбіносів. Визначте частоту гена альбінізму в жита.
7. У популяції безпородних собак м. Чернівці виявлено 2 457 коротконогих тварин і 243 – із нормальними ногами. Коротконогість у собак – домінантна ознака, а нормальна довжина ніг – рецесивна. Виходячи із закону Харді-Вайнберга, визначте частоту домінантної алелі у даній популяції (у %).
8. У популяції безпородних кішок м. Чернівці серед 1 350 особин було виявлено 122 тварини з довгою шерстю, а решта – із шерстю різної довжини, Відомо, що довжина шерсті у кішок успадковується за проміжним типом - бувають кішки з короткою, довгою та з шерстю середньої довжини. Виходячи із закону Харді-Вайнберга, визначте відсоток кішок із середньою довжиною шерсті.
9. В Африці на 1 млн населення трапляються чотири альбіноси (відсутність пігментації шкіри – рецесивна ознака). Виходячи із закону Харді-Вайнберга, визначте частку гомозигот (у %) з нормальною для негроїдної раси пігментацією шкіри через чотири покоління.

10. У великому китайському місті з населенням 8 млн осіб під час перепису виявлено 32 альбіноси (відсутність пігментації шкіри та райдужної оболонки очей – рецесивна ознака). Виходячи із закону Харді-Вайнберга, визначте частку алелі альбінізму ( $y$  %), якщо населення з цього місті досягне 12 млн.
11. У популяції людини Європейського континенту частота рецесивних становить 84% . Виходячи із закону Харді-Вайнберга, визначте ( $y$  %) частку гетерозиготних носіїв цієї ознаки через два покоління (рецесивність – домінантна ознака).
12. Глухонімота перешкоджає нормальному розвитку мовлення. Ця аномалія успадковується за аутосомно-рецесивним механізмом. Глухонімі люди в європейських країнах трапляються з частотою 4:10 000. Визначте теоретично можливу кількість гетерозиготних за глухонімотою людей у місті Києві з населенням 4 млн.
13. У військоматах міста N юнаків обстежували на сприймання кольорів. Виявилось, що із кожних 1 000 обстежених один страждає на повний дальтонізм (рецесивна зчеплена зі статтю ознака). Визначте кількість людей, гетерозиготних за геном дальтонізму, якщо у місті N мешкає 1 млн чоловік (популяцію вважати ідеальною).
14. У популяції людей (вважати ідеальною) у першому поколінні карооких осіб було 51%. Виходячи із закону Харді-Вайнберга, визначте ( $y$  %) частку алелі блакитних очей у шостому поколінні (карий колір очей - домінантна, а блакитні очі – рецесивна ознаки).
15. У популяції людей (вважати ідеальною) у першому поколінні кароокі становили 51%. Виходячи з закону Харді-Вайнберга, визначте ( $y$  %) частку карооких гомозиготних індивідумів у четвертому поколінні (карий колір очей – домінантна, а блакитні очі – рецесивна ознаки).

Додаток  
ГЕНЕТИЧНИЙ КОД

Перша основа	Друга основа				Третя основа
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	(ЦЦ)	
У(А)	Фен	Сер	Тир	Цис	У(А)
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц(Г)
	Лей	Сер	«Стоп»	«Стоп»	А(Т)
	Лей	Сер	«Стоп»	Три	Г(Ц)
Ц(Г)	Лей	Про	Гіс	Арг	У(А)
	Лей	Про	Гіс	Арг	Ц(Г)
	Лей	Про	Глн	Арг	А(Т)
	Лей	Про	Глн	Арг	Г(Ц)
А(Т)	Іле	Тре	Асн	Сер	У(А)
	Іле	Тре	Асн	Сер	Ц(Г)
	Іле	Тре	Ліз	Арг	А(Т)
	Мет*	Тре	Ліз	Арг	Г(Ц)
Г(Ц)	Вал	Ала	Асп	Глі	У(А)
	Вал	Ала	Асп	Глі	Ц(Г)
	Вал	Ала	Глу	Глі	А(Т)
	Вал	Ала	Глу	Глі	Г(Ц)

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Нуклеотиди: А - аденіловий, Г - гуаніловий, Т - тимідиловий, У - уридиловий, Ц - цитидиловий.

Мет\* – триплет, який кодує цю амінокислоту, означає також і початок трансляції – синтезу поліпептидного ланцюга. «Стоп» – умовна назва кодона, який визначає закінчення трансляції (синтезу поліпептидного ланцюга).

**Ала** – амінокислота аланін; **Арг** – амінокислота аргінін; **Асн** – амінокислота аспарагін; **Асп** – аспарагінова кислота; **Вал** – амінокислота валін; **Гіс** – амінокислота гістидин; **Гли** – амінокислота гліцин; **Глн** – амінокислота глутамін; **Глу** – глутамінова кислота; **Іле** – амінокислота ізолейцин; **Лей** – амінокислота лейцин; **Ліз** – амінокислота лізин; **Мет** – амінокислота метіонін; **Про** – амінокислота пролін; **Сер** – амінокислота серин; **Тир** – амінокислота тирозин; **Тре** – амінокислота треонін; **Три** – амінокислота триптофан; **Фен** – амінокислота фенілаланін; **Цис** – амінокислота цистеїн.

Користуватися таблицею потрібно так: пертий нуклеотид триплету відбирають з лівого стовпчика, другий – з верхнього ряду і третій – з

правого стовпчика. Там, де перетинаються лінії, уявно проведені від усіх трьох нуклеотидів, міститься потрібна амінокислота.

Під час розв'язування задач на визначення якісного складу нуклеїнових кислот за амінокислотною послідовністю з третього стовпчика таблиці потрібно брати верхні нуклеотиди.

Наприклад, треба з'ясувати, яку амінокислоту кодує триплет УАТТ зрілої і-РНК. Ліворуч по вертикалі знайдемо У, у верхньому рядку - А, а в правому стовпчику - Ц, Лінії перетнуться на «Тир», тобто шукана амінокислота – тирозин. У ДНК цю амінокислоту закодовано триплетом АТГ (нуклеотиди ДНК записано в дужках).

### УСПАДКУВАННЯ ДЕЯКИХ ОЗНАК У РІЗНИХ ВИДІВ

Домінантна ознака	Рецесивна ознака
<i>Людина</i>	
<i>Аутосомні ознаки</i>	
Темне волосся	Світле волосся
Неруде волосся	Руде волосся
Білий локон	Нормальне волосся
Рання сивина	Норма
Широкі пухнасті брови	Норма
Довгі вії	Короткі вії
Нормальна пігментація	Альбінізм
Відсутність зубів	Норма
Схильність до карієсу зубів	Стійкість до карієсу
Карі або зелені очі	Голубі або сірі очі
Великі очі	Малі очі
Короткозорість (одна з форм)	Нормальний зір
Далекозорість	Нормальний зір
Глаукома (одна з форм)	Нормальний внутрішньоочний тиск
Норма	Глаукома (інша форма)
Катаракта	Нормальний кришталік
Товсті губи	Тонкі губи
Римський ніс	Прямий ніс
Широкі ніздрі	Вузькі ніздрі
Ямка на підборідді	Відсутність ямки
Полідактилія	Нормальна кількість пальців
Коротко палість	Нормальна довжина пальців
Підвищена рухливість великого пальця	Нормальна рухливість
Веснянкувате обличчя	Відсутність веснянок
Низький зріст	Високий зріст
Вільні мочки вух	Прирослі мочки вух
Нормальний слух	Природжена глухота
Норма	Цукровий діабет

Нормальна шкіра	Відсутність потових залоз
Резус-позитивна кров	Резус-негативна кров
Гіпертонічна хвороба	Норма
Норма	Шизофренія
Схильність до мігрені	Норма
<i>Неповне домінування</i>	
Нормальний гемоглобін	Серпоподібний гемоглобін
Сучеряве волосся	Пряме волосся
<i>Зчеплені зі статтю ознаки(ген у X-хромосомі)</i>	
Нормальне зсідання крові	Гемофілія
Нормальний кольоровий зір	Дальтонізм
Особлива форма рахіту	Нормальне засвоєння кальцію
Нормальна шкіра	Іхтіоз (хвороба шкіри)
Ремна емаль зубів	Нормальна емаль
<i>Залежні від статі ознаки</i>	
Облисіння (для чоловіків)	Облисіння (для жінок)
Великі зуби (для чоловіків)	Великі зуби (для жінок)
Оволосіння тіла (для чоловіків)	Оволосіння тіла (для жінок)
Вказівний палець довший за підмізинний (для чоловіків)	Вказівний палець довший за підмізинний (для жінок)
<i>Рогата худоба</i>	
Чорна масть	Червона масть
Безрогість	Рогатість
Біла голова	Суцільне забарвлення голови
<i>Кролі</i>	
Сірий колір шерсті	Чорний колір шерсті
Чорний колір шерсті	Білий колір шерсті
Кудлате хутро	Гладеньке хутро
<i>Миші</i>	
Чорна шерсть	Коричнева шерсть
Довгі вуха	Короткі вуха
<i>Морські свинки</i>	
Чорна шерсть	Біла шерсть
Чорна шерсть	Коричнева шерсть
Довге хутро	Коротке хутро
Кудлата шерсть	Гладенька шерсть
<i>Мушка дрозофіла</i>	
Червоний колір очей	Вишневий колір очей
Червоний колір очей	Жовті очі
Сіре забарвлення тіла	Чорне тіло
Нормальна довжина крил	Вкорочені крила
Нормальні крила	Зачаткові крила
Нормальні крила	Покручені крила



## Комплекс біологічних задач за лінійною структурою навчального матеріалу

Відповідно до сучасних наукових уявлень про системність світу, природа являє собою ієрархічно побудовану систему, кожен елемент якої забезпечує зв'язки із системою вищого рівня. Отже, щоб сформувати в свідомості учнів наукове світобачення, потрібні систематизовані цілісні знання. Системними знаннями про живу природу ми вважаємо ті, які на завершальному етапі вивчення реально існуючого об'єкта є структурованими відповідно до логіки системного пізнання світу (тобто відображають об'єкт таким, яким він є в дійсності, з усіма його взаємозв'язками). Цілісні ж знання повинні включати інформацію про всі істотні характеристики системи. Отже, цілісними можна вважати знання, що адекватно відображають системність реального об'єкта живої природи та характеризуються такими показниками якості повноцінно засвоєних знань, як системність, повнота і узагальненість щодо кожної його суттєвої характеристики.

Розв'язання задач під час викладання курсу шкільної біології традиційно розглядається як метод:

- а) формування практичних вмінь;
- б) засвоєння необхідних понять, закономірностей і законів.

Такий підхід регламентує і застосування тих чи інших типів задач на певних етапах уроку. Так, текстові пізнавальні задачі використовуються на етапі мотивації пізнавальної діяльності, тобто виконують мотиваційну функцію. Текстові творчі задачі сприяють розвитку індивідуальних можливостей і творчих здібностей школярів. Розрахункові алгоритмічні ілюструють основні поняття і закони на етапі закріплення набутих знань.

Ні яким чином не зменшуючи дієвість даного підходу до дидактичних можливостей задач, ми пропонуємо посилення саме їх навчальних функцій.

Основною умовою реалізації змісту навчання біології шляхом розв'язання задач є побудування лінійної структури навчального матеріалу. Створення лінійної структури, на нашу думку, можливо завдяки алгоритмізації викладення основного навчального матеріалу.

У ході дослідження нами розроблено алгоритми характеристики основних систематичних категорій рослин і тварин. Проілюструємо це на прикладі розділу "Тварини".

### Алгоритм характеристики типу (класу) тварин

1. Назва, кількість видів.
2. Умови існування.
3. Зовнішня будова, тип симетрії.
4. Опорно – рухова система.

5. Травна система.
6. Дихальна система.
7. Кровоносна система.
8. Видільна система.
9. Нервова система та органи чуття. Поведінка.
10. Статева система. Розмноження.
11. Розвиток.
12. Різноманітність. Господарське значення та охорона.

Алгоритмізація не спрощує вивчення біологічних систем, а слугує упорядкуванню і систематизації фактів і явищ. Це стає можливим за умов дотримання провідних біологічних ідей:

- взаємозв'язку будови і функцій структурних компонентів живого;
- пристосованість живих організмів до умов існування;
- індивідуальний й історичний розвиток всього живого на Землі.

Збагаченню процесуального блоку навчального предмета “Біологія”, поширенню навчальних можливостей біологічних задач сприятиме розробка комплексу різноманітних задач у відповідності до алгоритму вивчення типу (класу) тварин.

Під комплексом задач ми уявляємо сукупність задач до блоку уроків з вивчення типу або класу тварин, яка задовольняє ряду вимог:

1. *Повнота.* У комплексі задач присутні задачі на всі поняття, що вивчаються, факти, способи діяльності, включаючи мотиваційні, на аналогію, наслідки із фактів та інше.
2. *Зв'язність.* Уся сукупність задач може бути представлена зв'язним графіком, який відображає алгоритм.
3. *Цільова орієнтація.* Для кожної задачі визначено її місце та призначення у блоці уроків.
4. *Цільова достатність.* У комплексі достатньо задач для тренажу в класі і вдома, аналогічних задач для закріплення методів розв'язування, задач для індивідуальних та групових завдань різної спрямованості, для самостійної діяльності учнів, для поточного та підсумкового контролю із врахуванням запасних варіантів.

Після завершення вивчення теми або розділу вчитель повинен з'ясувати, що навчальний матеріал, який засвоювався разом з біологічними задачами, став зрозумілий для учнів.

Розуміння може проявитися у слові і в дії:

1. використовується постановка питань, за відповідями на які можна судити про розуміння;
2. критерієм розуміння можуть бути дії, які виконують учні у відповідності із засвоєним матеріалом. Потрібно розробити систему практичних завдань, які дозволять виявити, наскільки учні готові до виконання таких дій;

3. з метою нівелювання можливих розходжень між першим і другим критерієм доцільним є сполучення словесного пояснення і фактичного виконання дій.

Базуючись на зазначених теоретичних положеннях, нами розроблено комплекс задач до тем “Кісткові риби”, “Птахи”.

### КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ДО ТЕМИ “КІСТКОВІ РИБИ”

● **Назва, кількість видів**

1,....Вдруг дельфины услышали  
Где-то в маленьком пруде  
Крик неслыханный в воде.  
В пруд дельфины завернули  
И на дно его нырнули, -  
Глядь: в пруде, под камышом,  
Ерш дерется с карасем...”

(П. П. Ершов. Конек – горбунок)

Хто з названих у вірші тварин відноситься до риб?

2. На земній кулі 40 тис. видів хребетних тварин. Підрахуйте, скільки з них видів риб, якщо відомо, що ссавців у 10 раз менше, ніж усіх хребетних, земноводних і плазунів, разом узятих.

Дано:

Розв’язок

$n(\text{хреб.})=40\text{тис.}$	$n(\text{риб})=n(\text{хреб.})-[n(\text{ссав.})+n(\text{плаз.})+n(\text{птах})]$
$n(\text{ссав.})=10 n(\text{хреб.})$	$n(\text{ссав.})=40000:10= 4000$
$n(\text{плаз.})= n(\text{ссав.})+2 \text{ тис.}$	$n(\text{плаз., земн.})= 4000+2000 = 6000$
$n(\text{птах.})= n(\text{ссав.})+ n$	$n(\text{птах.})= 4000+6000 = 10000$
$(\text{земн.})$	$n(\text{риб})= 40000-(4000+6000+10000)=20000$
$n(\text{риб})-?$	

Відповідь: на земній кулі 20 тис. риб.

● **Умови існування. Зовнішня будова.**

3. „І миттю осідлавши рака,  
Схвативсь на його, мов бурлака,  
І виринув з моря, як карась.”

(І.П. Котляревський “Енеїда”)

Знайдіть біологічні помилки у даному уривку.

4. Риби (йорш, окунь), чистий рушник і розчин йоду. Який зв’язок між ними?

5. Луска риб – “паспорт” і “медична книжка” одночасно. Чому?

6. Риби, прокинувшись після зимової сплячки, намагаються допливти до ділянки водойми з швидкою течією. Чому?

● **Опорно – рухова система.**

7. На свіжій або навіть в'яленій рибі можна переконатися, що її хребет легко згинається вправо чи вліво, але при спробі зігнути його у вертикальній площині буде невдала. Поясніть чому.

8. „Наелась под водой рыба, сама себя хвостом подгоняла. Разогналась, из воды выскочила, крылья-плавники расправила и полетела.

- Чем я хуже птицы?

- Голоса, рыба, у тебя нет.

- А он мне не нужен.

И обратно в воду – шлеп!”

(С.В. Сахарнов «Летучая рыба»)

Чи правда це?

#### ● *Травна система.*

9. Звичай рибалок плювати на приманку – це не просто традиція. Чому?

10. Фермер, проводячи зариблення ставка, використовував три види риби (білий амур, карп, товстолобик). Які особливості живлення риб враховував фермер?

#### ● *Дихальна система.*

11. Повітря вміщує значно більше кисню, ніж вода. Чому ж риба гине на березі від нестачі кисню?

12. Площа зябрової поверхні (у довільних одиницях на 1 кг маси тіла риби) у скумбрії – 2551, камбали – 462, морської форелі – 1253, морського чорта – 51.

У скільки разів поверхня зябер (що віднесена до одиниці маси) скумбрії, яка швидко пересувається, більше, ніж у придонного морського чорта?

Обґрунтуйте існування залежності між площею зябер й інтенсивністю обміну речовин у риб.

#### ● *Кровоносна система.*

13. Вміст сечовини в крові морських хрящових – 1,25–2,6%, у прісноводних хрящових – 0,1%, у кісткових морських риб – 0,005–0,03%, у прісноводних – 0,01–0,03%. Які причини такої різниці? Навіщо хрящові риби утримують у тканинах і крові велику кількість сечовини і яким чином це досягається?

14. Серце риб скорочується повільно (не більше 20 разів на хв.), сила, з якою кров проштовхується із серця у судини невелика, у воді вміщується мало кисню. На основі цих фактів зробіть висновки про кількість кисню, який поступає до клітин тіла риби.

• **Нервова система та органи чуття. Поведінка.**

15. Установіть чемпіона з плавання серед названих прісноводних риб, якщо відомо що карась плаває зі швидкістю 13 км/год., марена на 6 км/год. швидше, щука на 11 км/год. Повільніше, ніж карась і марена разом узятих, а форель на 15 км/год. Швидше, ніж щука.

Дано:

$$\begin{aligned} U(\text{карася}) &= 13 \text{ км/год} \\ U(\text{марена}) &= U(\text{карася}) + 6 \text{ км/год.} \\ U(\text{щука}) &= (U(\text{карася}) + U(\text{марена})) - \\ & 11 \text{ км/год.} \\ U(\text{форель}) &= U(\text{щука}) + 15 \text{ км/год.} \end{aligned}$$

Рішення:

$$\begin{aligned} U(\text{марена}) &= U(\text{карася}) + 6 \text{ км/год.} \\ U(\text{марена}) &= 13 \text{ км/год.} + 6 \text{ км/год.} = 19 \text{ км/год.} \\ U(\text{щука}) &= (U(\text{карася}) + U(\text{марена})) - \\ & 11 \text{ км/год.} \\ U(\text{щука}) &= (19 \text{ км/год} + 13 \text{ км/год}) - \\ & 11 \text{ км/год} = 21 \text{ км/год} \\ U(\text{форель}) &= U(\text{щука}) + 15 \text{ км/год} \\ U(\text{форель}) &= \\ & 21 \text{ км/год} + 15 \text{ км/год} = 36 \text{ км/год} \end{aligned}$$

---


$$U(\text{найвища}) - ?$$

Відповідь: *Чемпіон із плавання форель.*

16. В акваріум до сліпої щуки випустили риб. Не бачачи їх, щука переловила всіх риб. Яким чином вона їх знайшла?

17. Школярі виготовили з картону квадрат і трикутник, і кожний раз, коли годували акваріумних рибок, підвищували ці фігури у різних місцях. Але годували тільки біля трикутника. Через декілька днів, побачивши трикутник, рибки збирались біля нього, а на квадрат не звертали уваги.

Зробіть висновок.

Через деякий час учні почали використовувати фігури більш великого розміру. Реакція риб не змінилася. Чим це можна пояснити?

• **Статева система. Розмноження. Розвиток.**

18. Самки в'язя, червоноперки, ляща відкладають 420 тис. ікринок. Самка в'язя відклала на 180 тис. ікринок менше, ніж самка ляща і самка червоноперки разом. Причому кількість ікринок у самок ляща і червоноперки однакова. Скільки ікринок відклала кожна риба?

Дано:

$$\begin{aligned} N(\text{ікринок}) &= 420 \text{ тис.} \\ N(\text{ікр. в'язя}) &= 180 \text{ тис.} + \\ N(\text{ікр. черв.}) &+ N(\text{ікр.} \\ & \text{ляща}) \end{aligned}$$

Рішення:

нехай  $X$  –  $N$  тис. ікринок відклала самка ляща, тоді  $X$  ікринок і самка червоноперки;  $(2X - 180)$  тис. ікринок відклала самка в'язя.

---


$$N(\text{ікр. в'язя}) - ?$$

$$N(\text{ікр. ляща}) - ?$$

$$N(\text{ікр. черв.}) - ?$$

Якщо відомо, що всього 420 тис. ікринок.

Відклали самки, тоді

$$x + x + (2x - 180) = 420$$

$$4x - 180 = 420$$

$$4x = 600$$

$$x = 150$$

$$N(\text{ікр. черв.}) = 150 \text{ тис.} \quad N(\text{ікр. ляща}) = 150$$

тис.

---

$$N(\text{ікр. в'язя})=2\ 150-180=120 \text{ тис.}$$

*Відповідь:  $N(\text{ікр. черв.})=150 \text{ тис.}; N(\text{ікр. ляца})=150 \text{ тис.}; N(\text{ікр. в'язя})=120 \text{ тис.}$*

**19.** Восени самка риби відклала 3200 ікринок; весною наступного року 640 мальків з відкладеної ікри вийшли в озеро. Ті, що уціліли 64 мальки мігрували до моря. Через 2,5 роки до місць нересту повернулися 2 дорослі особини. Підрахуйте відсоток смертності риб за 12 міс. життя в озері.

**20.** Визначте тривалість життя названих риб, якщо відомо, що білуга може дожити до 100 років, тріска в 4 рази менше, а тривалість життя сома дорівнює різниці між тривалістю життя білуги і тріски.

**21.** Нерестові переходи у багатьох риб відбувається на величезні відстані. Так, білорибича з Каспійського моря до нерестовищ у річці Уфимці проходить майже 2400 км за 20 діб. З якою швидкістю вона долає цю відстань?

• **Різноманітність. Господарське значення та охорона.**

**22.** „Сколько всякой на палубе рыбы!  
Трепет камбал – глубиниц морей,  
И зубаток пятнистые глыбы  
В красной груди больших окуней!”

(Н. Рубцов)

До яких рядів відносяться названі риби?

**23.** Для знищення прибережної рослинності використовують білого амура. Зуби в нього гострі й нагадують пилку.

Очищення 1 км колекторно-дренажної системи від водної рослинності за допомогою білого амура коштує 30-40 грн., за допомогою техніки від 2 до 3 тис. грн.

Ростуть амури дуже швидко: за 2 літа вони збільшують свою масу від 300 г до 12 кг.

Визначте:

- який економічний ефект приносить білий амур;
- яку масу матиме білий амур у п'ятирічному віці.

## КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ДО ТЕМИ “ПТАХИ”

### ● *Назва, кількість видів*

1. Птахи зустрічаються на всій земній кулі за винятком внутрішніх частин Антарктиди. Найбільше видів у Центральній та Південній Америці:

у Колумбії – 1700 видів, Бразилії – 1440. В африканських саванах населення птахів також різноманітне: у Судані – 871 вид, Замбії – 674. У зоні тайги Європи, Азії та Північної Америки налічується 250 видів. На території країн СНГ – 700 видів.

Підрахуйте, яка загальна кількість видів птахів на нашій планеті.

2. „На захолюстном полустанке

Обеденная тишина.

Безжизненно поют овсянки

В кустарнике у полотна.

Лесной дорогою деревья

Заигрывают с пристяжной.

По углубленьям на корчевье

Фиалки, снег и перегной.

Наверное, из этих впадин

И поют дрозды, когда взамен

Раззванивают слухи за день

Огнем и льдом своих колен.”

(Б. Пастернак)

Які птахи згадуються у цьому уривку?

### ● *Умови існування*

3. У птахів зовнішня і внутрішня будова тіла більш однотипова, ніж у представників інших класів хребетних тварин. Чим зумовлена така подібність у будові птахів?

4. Птахи широко розповсюджені на земній кулі. Вони живуть на висоті 7000м у горах, в пустелях Сахари і Гобі, на океанічних островах, де немає інших хребетних.

Поясніть, чому птахи зайняли області Землі, які неприступні для рептилій.

5. “Сорока горда не була:

Відразу рушники дала.

Подумавши: – Дарма,

Що літ йому багато

І красоти нема;

Зате у нього гарна хата,

Нажита ним без наговору.

Найголовніше: вміє лізти в гору!”

(М. Годованець “Дятел і сорока”)

Який образ життя у дятла?

• **Зовнішня будова. Покриви.**

6. ...Я книгу закрываю:  
Беру перо, сижу: насильно вырываю  
У музы дремлющей несвязные слова  
(А. Пушкин)

Якими пір'ями раніш писали на Русі?

7. Вчені стверджують, що пір'я птаха слугують індикатором чистоти атмосферного повітря. Доведіть це.

8. Ви, мабуть, спостерігали, як горобці “купаються” у пилу.

Для чого вони це роблять?

9. Деякі великі морські птахи здатні “супроводжувати” у морях теплоходи, тривалий час переслідуючи їх. Чому?

10. Каліфорнійські текстильники на основі досліджень пір'яного покриву птахів створили двошаровий матеріал, у якому зовнішній шар зроблено з синтетичного пір'я, а внутрішній – з пуху.

Чому одяг, виготовлений з такого матеріалу, можна носити і влітку, і взимку?

11. Один з засновників авіабудування – академік М. Жуковський – першим виказав думку, що джерело енергії птаха, що парить – поза нього. Де ж вона знаходиться?

12. Спостерігаючи за птахами, можна побачити велику різницю у рухомості шиї й тулуба. Шия у всіх птахів, особливо водоплаваючих, надзвичайно рухлива, тулуб, навпаки, дебелий і міцний.

З чим пов'язані такі особливості будови?

13. Морські птахи фрегати ніколи не відпочивають на поверхні води і дуже бояться дощу.

Як можна пояснити цей факт?

• **Опорно – рухова система**

14. Скелет голуба складає тільки 4,4% від його маси тіла, у той же час відсоток скелета у білого пацюка – складає 5,6%. Чим можна пояснити таку різницю? Відповідь обґрунтуйте.

15. „У короедов неприятель,  
Еще не знавший поражения,  
- Иду на вы! – стучит им дятел,  
Предупреждая о сражении. ”

(В. Назін)

Чому у дятла не буває струсу мозку?

16. Підрахуйте масу птахів: нанду має масу в 6250 раз, а окремі екземпляри навіть у 12500 разів більше, лебідь і пелікан у 3500, а пугач у 600 раз більше, ніж колібрі, маса якого 4г.

Зробіть висновок про різноманітність птахів за масою.



### • *Травна система*

17. Курям дають 2 рази на тиждень порошкоподібне деревне вугілля. Одноразова норма внесення вугілля складає 2 столові ложки (26 г) на 12 курей. Яка маса вугілля буде витрачена на корм 200 курей протягом року?

18. Процес травлення у птахів відбувається досить швидко. Сірий сорокопуд перетравлює мишу за 3 години, соковиті ягоди у горобця перетравлюються у шлунку за 8-10 хвилин.

Комахоїдні птахи наповнюють свій шлунок 5-6 разів на добу, а зерноїді – 2 рази.

Чим можна пояснити таку швидкість перетравлення їжі в шлунку птахів?

19. Нормальна температура тіла горобця +42° С. Пульс – до 850 ударів на хвилину. Соковиті ягоди перетравлюються за 10 хв., метелик – за 15 хв., а жук – за годину.

Якого висновку можна дістати на основі цих фактів?

20. Одна сім'я шпаків (двоє дорослих і п'ять пташенят) з'їдають за день в середньому 360 великих слимаків – шкідників городніх культур.

Яку кількість слимаків знищує одна сім'я шпаків протягом одного місяця?

21. „Закликала лисиця журавля в гості до себе. Зварила молочної кашки – дуже смачної! – і поділа на тарілочці.

Дзьобав, дзьобав журавель ту кашу – нічого не вдіє, не захопить своїм дзьобом каші, бо мала мисочка!...

- Ну, - каже лисичка, - коли ти так годуєш мою учту, то треба хоч самій з'їсти.

Та й почала лизати кашку, бо їй же саме добре лизати з мисочки.”

(Українська народна казка “Лисиччина учта”)

Поясніть біологічний смисл цього уривку.

### • *Дихальна система.*

22. При різкому підвищенні температури повітря у птахів прискорюється дихання, дно ротової порожнини і верхньої частини глотки починає швидке коливання. При цьому утворюється потік повітря над вологою поверхнею, прискорюється випаровування.

Використовуючи знання з фізики, поясніть, чому у цьому випадку у птахів відбувається зниження температури тіла.

### • *Кровоносна система.*

23. Характерна особливість птахів – відносно великий розмір серця і у багатьох видів маса серця складає 1% від маси тіла. У дрібних птахів відносні розміри серця більш великі, ніж у крупних. Дайте пояснення цим фактам.

• **Статева система. Розмноження. Розвиток.**

24. У шкаралупі середнього курячого яйця є понад 10000 крихітних отворів.

Яке значення вони мають в житті зародка, що розвивається в яйці?

25. У гнізді сірої куріпки можна знайти до 24 яєць, у сокола – 2-4, у чорного грифа – 1 яйце. Чисельність птахів цих видів зберігається приблизно на одному рівні.

Чим можна пояснити відмінність у кількості яєць, відкладених птахами?

26. Є дупла двох дерев – живого і мертвого. Яке дупло птахи будуть заселяти в першу чергу? Чому?

27. Маса курячого яйця до інкубації складає 60 г, а наприкінці інкубації – 51г. Чому відбувається зменшення маси яйця за період інкубації?

28. Один фермер побудував курник фасадом на південь, інший – на північ. Який фермер побудував курник вірно? Чому?

29. “Мамо, їде вже зима,  
Снігом травицю вкриває,  
В гаю пташок вже нема...  
Мамо, чи кожна пташина  
В вирій на зиму літає?”

(Л. Українка)

Яких перелітних птахів ви знаєте?

• **Різноманітність. Господарське значення та охорона.**

30. Пара польових горобців, вигодовуючи двох пташенят, протягом дня приносить їм близька 500 комах. У гнізді, як правило, вигодовування буває 4 пташенят в середньому протягом 10 днів. За літо в горобців буває до 3 виводків.

Яку кількість комах знищує за весну – літо пара польових горобців?

31. Сороки, круки та інші птахи часто живляться на смітниках. Яку користь при цьому вони приносять?

32. Птахи, що влаштовують гнізда в районах аеродромів, є загрозою для літаків.

Як борються з цією загрозою?

## Комплекс біологічних задач з формування інтелектуальних умінь учнів

Правильне уявлення про зміст біологічної освіти є важливим орієнтиром у роботі вчителя. У супереч давню сформованим традиційним поглядам, зміст освіти не повинний зводитися тільки до знань і умінь, оскільки навіть їхнє успішне засвоєння не може забезпечити досягнення всіх цілей навчання.

Зміст освіти особистісно-орієнтованого навчання складають два компоненти – предметний і діяльнісний. Предметний зміст освіти – це базовий зміст навчальної дисципліни, що забезпечує рівень знань, зафіксованих державними стандартами. Діяльнісний компонент змісту освіти забезпечує учнів методологією діяльності, технологією самовизначення та самореалізації, способами пізнання і перетворення довкілля і самого себе.

Єдність предметного і діялісного компонентів змісту освіти передбачає введення до навчальних програм не тільки матеріалу, що вивчається, а й види діяльності учнів, відповідно до їхнього віку та можливостей.

Основні види діяльності, що входять до діялісного компонента змісту освіти:

- загальнонавчальна діяльність: методи учіння, способи пошуку інформації, робота з літературою (техніка читання, аналіз тексту, конспектування, анотування, підготовка доповідей тощо); навички спілкування (монолог, діалог, дискусія тощо); методи взаємонавчання (організація роботи в групах, техніка виступу, рецензування тощо).
- пізнавальна діяльність: інтелектуальні мислинневі операції (аналіз, синтез, індукція, дедукція, аналогія, класифікація тощо); спостереження; досвід (експеримент, диференціювання, інтеграція); методи чуттєвого пізнання тощо;
- перетворювальна (творча) діяльність: способи виявлення протиріч, формулювання проблеми, дії за ситуації невизначеності; гіпотеза; конструювання; метод проектів; інтуїція тощо;
- самоорганізаційна діяльність.

Саме за таким підходом задачі з біології можна віднести до діялісного компонента змісту освіти. Розв'язання задач передбачає формування вмінь як пізнавальної діяльності, так й перетворювальної.

Учителю біології важливо розуміти, що розвиток умінь у школярів не повинний приводити тільки до їх автоматизації, тобто перетворенню у навички. Якщо всі уміння будуть “переведені” у навички, то в практичній та інтелектуальній діяльності не залишиться місця творчості.

Уміння школярів виявляються в діяльності, що має яскраво виражений свідомий характер і заснований на процесах мислення.

Таким чином, уміння визначається рівнем розумового розвитку учня. У процесі розвитку умінь у школярів виникає потреба розв'язувати як проблему навчання школярів у практичній діяльності, так і проблему розвитку мислення учнів, адже ці питання тісно взаємозалежні.

Розв'язування задач як один з методів навчання сприяє більш глибокому і повному засвоєнню навчального матеріалу, формуванню вмінь застосовувати набуті знання на практиці. Це зовнішня сторона методу навчання “розв'язання задач”. Внутрішня сторона цього методу пов'язана з формуванням інтелектуальних (пізнавальних) умінь учнів.

Формування інтелектуальних вмінь в учнів дає їм змогу вільно оперувати поняттями й фактами, вдосконалюючи такі розумові операції, як аналіз (розчленування цілісної системи на взаємопов'язані підсистеми, а також встановлення зв'язків, відношень між ними), синтез (мисленнєве поєднання в єдине ціле частин предмета або його ознак, що отримані у процесі аналізу), порівняння (мисленнєве встановлення подібності або відмінності предметів за суттєвими чи несуттєвими ознаками), узагальнення (об'єднання в одну єдність предметів і явищ за основними властивостями), абстрагування (мисленнєве виділення одних ознак предмета і відволікання від інших), конкретизація (операція, спрямована на встановлення всіх можливих зв'язків і відношень об'єкту), класифікація (розподіл предметів по групах), встановлення взаємозв'язків, формування висновків світоглядного характеру.

Спираючись на критерії системності й принципи побудови системи задач, які запропонував В.В. Гриценко, нами створено систему біологічних задач як діяльнісний компонент змісту біологічної освіти (розділ “Рослини”).

Система біологічних задач – це певним чином скомпонована збірка задач, яка відповідає наступним вимогам:

1. зміст задач відповідає понятійному апарату певної теми розділу “Рослини”;
2. багаторівневність системи (система складається з задач, що відповідають трьом рівням пізнавальної діяльності: алгоритмічному, продуктивному і творчому).
3. відповідність структури системи задач видам інтелектуальних умінь;

Таким чином, система задач з певної теми розділу “Рослини” складається із задач:

● **розрахункових;**

● **текстових пізнавальних:**

а) на мобілізацію набутої інформації;

б) на класифікацію і систематизацію знань;

в) на встановлення причинно-наслідкових зв'язків;

г) на формулювання висновків

● **текстових творчих**

а) експериментальні:

- віртуальний експеримент, результатом якого є роздум;
  - уявний експеримент, що потребує наявності певного обладнання, а результат може бути представлений у формі фотозвіту, презентації.
- б) висування гіпотез.

## 1. СИСТЕМА ЗАДАЧ З ТЕМИ “КЛІТИНА”

### 1. РОЗРАХУНКОВІ

1. Рослинна клітина середніх розмірів має діаметр близько 50мкм (1мкм = 1/1000 мм). Обчисліть, у скільки разів така клітина менша за клітинку вашого зошита.

2. На лабораторній роботі учні працювали із мікроскопом. Об’єктив у мікроскопа був 40х, а окуляр – 15х. Обчисліть, при якому збільшенні учні розглядали мікропрепарати під мікроскопом.

### 2. ТЕКСТОВІ ПІЗНАВАЛЬНІ:

#### 2.1. на мобілізацію набутої інформації

3. Якщо розглянути під мікроскопом листок водяної рослини елодеї, можна побачити як відбувається рух цитоплазми. Але в інших рослин ми цього не спостерігаємо. Які бувають види руху цитоплазми?

4. Для вивчення внутрішньої будови рослини треба приготувати дуже тонкий зріз її органів. Чому товщина зрізу має бути приблизно рівною обсягу однієї клітини?

5. У народі говорять: без хазяїна будинок – сирота. У клітині теж є “хазяїн”. Хто це? Чому його можна назвати хазяїном клітини?

#### 2.2. на класифікацію і систематизацію знань

6. Клітини бульби картоплі заповнені крохмальними зернами, а де ж у такому випадку розміщаються органоїди клітини?

7. Учнем відомо, що рослини й тварини складаються з клітин. Але людям, що жили в середні віки про клітинну будову не було відомо. Чому?

8. Рослинна клітина складена в надзвичайно еластичну і у той же час міцну оболонку, без якої клітина була б моментально розірвалася. Чому?

9. Встановлено, що живі клітини кактусів мало випаровують води й не можуть поглинати велику кількість вуглекислого газу з атмосфери, як клітини інших рослин. Чому?

10. Відомо, що більшість рослин потребують поливу. А чи потрібна вода кожній клітині рослини й чому?

11. Деревина яких рослин має найбільшу і найменшу питому вагу?

### **2.3. на встановлення причинно-наслідкових зв'язків**

**12.** Рослини, що живуть на засолених місцях (солончаки) у клітинному соку своїх клітин накопичують не цукор, а солі. Запропонуйте пояснення цьому явищу.

**13.** Для більшості рослин характерною ознакою організму є ріст, тобто збільшення маси організму, обсягу, висоти і т.д. Але, в одному випадку це відбувається в результаті поділу клітин, а в іншому при їх розтягуванні. Дайте пояснення цьому явищу.

**14.** Сирі бульби картоплі соковиті й щільні, а при варінні вони стають розсипчасті. Дайте пояснення цьому явищу.

**15.** Ріст кореня, стебла, листка, квітки, плоду залежить від поділу й росту клітин. Встановлено, що в деревині навесні відкладаються клітини більше за розмірами, чим восени. Чим можна пояснити?

**16.** Деякі види акацій містять ціаніди і можуть викликати отруєння трав'яних тварин. Чому ж ціаніди не шкодять самій рослині?

**17.** В оповіданні “Мертва голова” О. Беляєв описав цікавий випадок з ентомологом Морелем, який погнався за величезним метеликом, заблукав і тривалий час жив у південноамериканських джунглях: “...Нарешті матеріал для плоту був зібраний. Морель поспішав. Дощі йшли кожний день і пересохлі русла річок наповнювалися водою. ...Морель зв'язав пліт ...При світлі блискавок Морель побачив, що вода залила половину плоту. Пліт рішуче не спливав”. Чому пліт, який зробив Морель, так і не поплив?

*(Морель побудував свій пліт із залізного дерева, деревина якого характеризується великою твердістю та міцністю, але має значну питому вагу і не спливає на воді. Слід зазначити, що залізне дерево - це загальна назва декількох видів тропічних і субтропічних дерев. В даному випадку це могло бути бакаутове дерево або піратінера, які зустрічаються у Південній Америці).*

### **2.4. на формулювання висновків**

**18.** Доведіть, що рослина — це не скупчення безліч клітин, а єдине ціле, складний організм.

**19.** Кавуни вирощують на астраханських баштанах, у мексиканських долинах, юннати ж вирощують їх навіть за Полярним колом. З чого буде складатися м'якоть кавуна, що вирощується у різних куточках нашої планети?

**20.** У 1679 році італійський біолог М. Мальпігі проводив такий дослід: він зрізав з дерева кільце кори і це призводило до загибелі всієї рослини. Чому гинуло дерево?

*(Якщо зняти з дерева кільце кори, яка включає в себе луб, то можна легко побачити, що органічні речовини нагромаджуються над кільцем, а нижні частини рослини виявляють ознаки голодування. Хоч при “кільцюванні” дерев надходження води й мінеральних речовин не припиняється (вони йдуть по деревині, яка при цьому не пошкоджена),*

*все ж через певний час рослина гине. Це пояснюється тим, що корені перестають отримувати органічні речовини, це спочатку змушує їх використовувати власні запасні речовини, а потім призводить до загибелі кореневої системи і як наслідок – всієї рослини).*

**21.** Відомо, що більшість птахів віддають перевагу влаштуванню гнізда у дуплах сухих мертвих дерев, а не в дуплах живих дерев. Чому?

**22.** Під час росту клітин відбувається збільшення обсягу клітини, але відомо, що кількість цитоплазми при цьому залишається незмінною. Дайте пояснення цьому явищу.

### **3. ТЕКСТОВІ ТВОРЧІ**

#### **3.1. експериментальні**

**23.** Уявіть, що ви провели експеримент - занурили клітини у кислоту вони загинули, а при зануренні клітин у воду вони залишаються живими. Чому?

**24.** Рослинна клітина відрізняється від тваринної тим, що вона має щільну клітинну оболонку. Але, у неї, як і в клітини тварин, надходять речовини. Як би ви довели експериментально?

**25.** Відомо, що звичайно ксилема забезпечує рух неорганічних речовин по рослині, а флоема – органічних речовин. Чи можуть по ксилемі рухатись органічні речовини, а по флоемі – неорганічні? Який експеримент ви запропонуєте?

*(По ксилемі можуть рухатись вгору органічні речовини (наприклад, цукри, амінокислоти, фітогормони), які утворюються в коренях навесні. У зворотному напрямку, по флоемі, восени можуть рухатись неорганічні речовини, коли з опадаючого листя відводиться значна кількість мінеральних елементів, які потім резервуються у запасуючих тканинах стебла, коренів і бульб. Також, ампельні рослини й епіфіти мають довгі звисаючі пагони, які часто знаходяться нижче коренів. У цьому випадку напрямок ксилемного і флоемного транспортування речовин є ніби зворотним, але лише в геометричному розумінні. Принципово ж напрямок руху відносно самого стебла залишається таким, як і в усіх рослин.)*

#### **3.2. на висування гіпотез**

**26.** Клітини рослин щільно прилягають одна до одної, вони з'єднані міжклітинною речовиною, але встановлено вони ще й підтримують зв'язок одна з одною. Запропонуйте гіпотезу, за рахунок чого виникає цей зв'язок.

**27.** В одноклітинних рослин клітина виконує функції, характерні для всього організму: живлення, дихання, накопичення й виділення речовин, розмноження. А от у багатоклітинних рослин всі ці функції виконує різна група клітин. Дайте пояснення цьому явищу.

**28.** Усі органи рослини складаються з клітин. Кожна жива клітина дихає, живиться, росте. Припустіть, звідки надходять необхідні для життя речовини в клітину.

**29.** У процесі еволюції одні рослини вимерли, інші дали початок новим групам, а треті мало змінилися до наших днів. Запропонуйте пояснення цього явища.

**30.** Молдавські вчені Очао та Вишняк виділили хлоропласти з листків шпинату й пересадили їх у клітини печінки пацюка. Всі були вражені – хлоропласти, виділені із клітин рослин, продовжували фотосинтезувати. Дайте пояснення цьому явищу.

**31.** Молоко, що одержуємо від тварин, є продуктом харчування, зазвичай білого кольору. Але, часто зустрічається, що в корів воно стає рожевим, червоним, жовтим, блакитним, синім, але потім це проходить і воно стає знову білим. Дайте пояснення цьому явищу.

**32.** Відомо, що у живій природі немає пігментів, які б визначали білий і чорний кольори. Як тоді можна пояснити біле забарвлення пелюсток квіток і чорний колір листків аруму, плодів чорної смородини, пелюсток деяких квіток?

*(Біле забарвлення віночків квіток зумовлене відсутністю пігментів і наявністю повітряних порожнин у пелюстках. Чорне забарвлення зумовлене або згущенням темно-фіолетових і темно-червоних пігментів (наприклад, пелюстки квіток) або поєднанням концентрованого антоціану й хлорофілових зерен (наприклад, листки аруму, плоди чорної смородини). Винятком є біла речовина кори берези бетулін.)*

## **СИСТЕМА ЗАДАЧ З ТЕМИ “РІЗНОМАНІТНІСТЬ РОСЛИН ”**

### ***1. РОЗРАХУНКОВІ***

**1.** Сухий мох сфагнум може ввібрати води у 30 разів більше за своєї ваги. Обчисліть, яка маса сфагнуму могла б увібрати відро води об’ємом 10 л (маса 1 л води – 1 кг). Поясніть таку велику водовбирну здатність сфагнуму.

**2.** На Поліссі є торфовища з товщиною шару 5м. Який проміжок часу тривало утворення такого шару, якщо відомо, що навіть за найсприятливіших умов 1 см торфу утворюється за 10 років?

**3.** Відомо, що маса соснової хвої 10 кг задовольняє річну потребу людини у вітаміні С. Обчисліть масу вітаміну С, якщо відомо, що його добова норма для дорослої людини становить 100 мг. Обчисліть, яку кількість пігулок з вмістом вітаміну С (маса однієї пігулки – 0,1 г) можна виготовити з 1 т хвої.

**4.** Маса деревини з одного дерева секвойя дендрону, або ж мамонтового дерева, що зростає в Північній Америці, досягає близька



1000 т. Яку кількість вантажних автомобілів вантажопідйомністю 5т потрібно, щоб перевезти деревину з одного такого дерева?

**5.** 1 га соснового лісу може дати до 300 м<sup>3</sup> деревини. З 1 м<sup>3</sup> деревини можна одержати 200 кг паперу. Яку масу паперу може дати 1 га соснового лісу? Визначте за допомогою терезів вагу свого підручника з біології та обчисліть, яку кількість таких підручників можна виготовити з цього паперу.

**6.** З 1 м<sup>3</sup> соснової деревини отримують 11 кг 70%-ної оцтової кислоти. Яку кількість пляшок 9%-ного оцту (об'єм пляшки – 1л) можна отримати з цієї кількості оцтової кислоти? (Припустити, що 1 л оцту має масу 1 кг).

**7.** Вважають, що площа промислових садів України становить приблизно 1,5 млн. га, 4/5 цієї площі становлять яблуневі сади. Обчисліть приблизну кількість яблунь у цих садах, якщо схема висаджування яблунь – 8 м х 6 м.

**8.** Обчисліть норму висіву кукурудзи на 1 га, якщо відомо, що маса 1000 насінин – 100-400 г (для розрахунку візьміть 250 г), спосіб посіву – 70 см х 20 см. Визначте, у скільки разів врожай кукурудзи з 1 га перевищить масу висіяного насіння, якщо врожай становитиме 60 ц/га?

**9.** 1 т волоських горіхів може задовольнити денну потребу у вітаміні С майже 300 тис. людей. Яку кількість дерев волоського горіха потрібно виростити, щоб задовольнити потреби такої кількості людей протягом року (360 днів), коли відомо, що з одного дерева збирають 250 кг горіха?

**10.** Відомо, що 1т макулатури заощаджує 4,4 м<sup>3</sup> деревини та з неї можна отримати 0,7 т паперу. Яку масу паперу можна одержати, якщо школярі зібрали 5 т макулатури, і скільки це збереже деревини?

**11.** Відомо, що близько 30% сухої маси грибів складають білки. Припустимо, що ви зібрали відро грибів, після висушування яких одержали 300 г сухих грибів. Яка маса білків буде в цій кількості грибів? (ту кількість вологи, яка ще лишилась у сухих грибах, до уваги при підрахунку не брати).

**12.** Лишайник ксанторія настінна за рік виростає на 3 мм. Обчисліть, який вік будівлі, якщо розмір ксанторії, що виросла на даху, дорівнює 12 см (відомо, що лишайники поселились на даху цієї будівлі в перший же рік після її спорудження).

**13.** В чорнозем масою 1 г може бути 1 млрд. бактерій. Скільки відсотків загального обсягу ґрунту вони займуть, якщо об'єм 1 г чорнозему – 0,65 см<sup>3</sup>, а середній розмір бактеріальної клітини – 1 мкм<sup>3</sup>?

**14.** На шкірі дорослої людини 85-1212 млн. бактерій. Загальна поверхня шкіри – 1,6 м<sup>2</sup>. Яка кількість бактерій припадає на 1 см<sup>2</sup> поверхні шкіри, якщо загальна їх кількість на шкірі окремої людини становить 500 млн?

**15.** Розміри бактеріальних клітин варіюють у межах від 0,1 до 10 мкм. Визначити довжину ланцюжка бактерій з 100 млн., які містяться в 1 г ґрунту? (для розрахунків використайте середній показник).

**16.** У пробах води, взятих з озера в липні, виявили 50 тисяч бактерій на 1 мл. Яка кількість бактерій знаходиться в 1 т води?

**17.** У чистій провітреній кімнаті міститься близько 5 тис. бактерій в 1 м<sup>3</sup> повітря, а в брудній, не провітреній – до 300 тис. Бактерії піднімаються в повітря разом з пилом. Сонячні промені згубно діють на бактерії. Враховуючи ці дані, розробіть правила прибирання кімнат, запишіть їх на аркуші паперу, розмістіть в класній кімнаті і надалі завжди дотримуйтесь їх.

**18.** Холерний вібріон при сприятливих умовах ділиться кожні 20 хвилин на дві дочірні клітини. Обчисліть, яка кількість клітин утвориться за 10 годин.

**19.** Обчисліть та зробіть висновки, яку кількість днів бактерії можуть зберігатися у вигляді спор, якщо відомо, що спори холери витримують несприятливі умови протягом 2 днів, чуми – в 4 рази довше, тифу – в 8 раз довше ніж чуми, а сибірської виразки – в 1826 раз довше ніж холери?

## **2. ТЕКСТОВІ ПІЗНАВАЛЬНІ**

### **2.1. на мобілізацію набутої інформації**

**20.** Рослину помістили в склянку з водою, через 3 дні на стінках склянки з'явилися одноклітинні водорості, а інша частина загнила. Що це було за рослина?

**21.** При готуванні їжі широко використовують рослини. Особливо багато їх можна виявити в борщі. Представники яких родин зустрічаються в нашому улюбленому борщі?

**22.** Кефір, сир і масло одержують із молока. Ковбасу й сосиски – з м'яса. Бензин – з нафти. А от у Японії все це одержують з однієї рослини. Назвіть цю рослину.

**23.** З історії людства відомо про існування піратів. Та навіть і у природі серед водяних рослин зустрічається рослина-пірат. Про яку рослину мова йде й чому?

**24.** На території Росії налічується близько 20 тис. різноманітних квіткових рослин, а в Бразилії їх – в 2 рази більше, хоча її площа в 2, 5 рази менше. Чому?

**25.** Близько 2 тис. років тому на тріумфальній колісниці римського імператора Луккула в Європу була завезена плодова рослина, яка нині широко поширена та використовується людиною. Про яку рослину мова йде?

**26.** 100 років тому в лабораторії французького хіміка Рене Моріса Гатенфоса відбувся невеликий вибух. Вогнем хімікові обпалило руки. Він сунув їх у банку із чистим маслом однієї з рослин, що випадково

була поруч на столі, і був вражений ефектом: біль швидко пройшла, опіки зажили, навіть не залишивши шрамів. Що це за масло?

**27.** Уявіть собі, що стали венеціанським купцем початку XVI ст. Ваш корабель повертається на батьківщину, заходячі по дорозі в Лісабон та Барселону. Ви вирішили купити в цих містах заморські речі, щоб перепродати їх з вигодою для себе на базарі у Венеції. Які із перерахованих нижче товарів потрібно купувати в Лісабоні, а які – в Барселоні? Товар: насіння соняшнику, чорний перець, червоний перець, тютюн, какао, гвоздика, банани, апельсини, ананаси. Відповідь поясніть. *В Португалії потрібно купувати гвоздику, чорний перець, апельсини, ананаси (привезені з Бразилії), банани, а в Іспанії – червоний перець, тютюн, олію, какао.*

## **2.2. на класифікацію і систематизацію знань**

**28.** У центрі Атлантичного океану є море, що не має земних берегів. Воно обмежене течіями: Північною екваторіальною, Гольфстрімом, Канарською. Біля поверхні води тут скупчено дуже багато великих водоростей, що ведуть неприкріплений спосіб життя. Допомагають їм втриматись на плаву кулясті пухирці, наповнені повітрям.

1. Назвіть ці водорості. 2. До якого відділу вони належать? 3. Як називається це море? 4. Визначить приблизні географічні координати його центру. *Саргасум. Саргасове море.*

**29.** Явище “цвітіння снігу” поширене в зоні вічних снігів на Камчатці, Кавказі, Північному Уралі, у льодах Північного Льодовитого океану. Чому?

**30.** “Приходячи до лісу, ми побачимо на деревах зелений наліт. Коли настає спека, то цей наліт зникає, але, після дощу наліт на деревах з’являється знову”. Про яке явище йде мова?

**31.** Більшість водоростей зростають у воді, але є водорості, що зростають у припливно-відпливній зоні морів та океанів, частину доби вони перебувають поза водою, що їм зовсім не шкодить. Чому?

**32.** Одноклітинні зелені водорості здатні живитися двома способами: на світлі – як зелена рослина, у темряві – як тварина. Дайте пояснення цьому явищу.

**33.** Мохоподібні являють собою дуже прадавню групу в царстві рослин. Але вони завжди ростуть у місцях підвищеного зволоження. Дайте пояснення цьому явищу.

**34.** Вчені називають мохи “амфібіями” у світі рослин. Чи насправді це так?

**35.** Мохи ростуть при сильних морозах, під час спеки та при слабкому освітленні. Але, є фактор, якого мохи дуже потребують. Чому?

**36.** У лісовому масиві зростало багато папоротей, але після вирубки лісу папороті загинули. Чому? Поясніть.

**37.** Близько 2/3 із приблизно 12 тис. видів сучасних папоротей зростають у тропіках, а останні 1/3 зустрічаються в лісах помірних широт. Практично відсутні папороті у степах та пустелях. Чому?

**38.** Метасеквойя – рослина з відділу Голонасінних, в якій спостерігається гілкопад. Голонасінні нашої країни – вічнозелені, за винятком однієї рослини, яка є листопадною. Назвіть цю рослину.

**39.** Під час проведення Всесвітнього лісового конгресу в 1960 г. у Сіетлі (США) лісники 96 країн вирішили закласти парк Дружби народів, де представник кожної країни повинен був посадити своє національне дерево. Яке дерево було обране нашою делегацією?

**40.** Відомо, що вік дерева можна визначити по річним кільцям наростання, а як ще можна визначити вік у представників голонасінних рослин?

**41.** У плодівих дерев на гілках виростають плоди, а у голонасінних шишки. Чому шишку не можна назвати плодом?

**42.** При штучному насадженні соснам краще рости на багатих, помірно зволжених ґрунтах. У природних умовах соснові ліси поширені переважно на бідних піщаних або заболочених ґрунтах. Як це можна пояснити?

**43.** Після вирубки соснового бору на його місці з'явилися березняки, хоча берези спеціально ніхто не висаджував. Але через кілька років на цьому місці знову вирости молоді сосни. Як це пояснити?

**44.** Здавалося б, що поганого, якщо на місці вирубаного лісу посадити швидко зростаючі хвойні породи дерев. Лісівники ж воліють проводити поновлення лісу посадкою дерев не одного виду, а декількох, змішуючи їх. Чому?

**45.** Які рослини є символами нашої країни? Що вони символізують? Чим вони заслужили любов наших предків? До яких систематичних груп вони належать?

**46.** Щоб позбутися кульбаб на дачі їх щорічно обривали, потім стали висапувати, але вони знову з'являлися. Запропонуйте, як можна позбутися кульбаб.

**47.** Сучасних астрономів цікавить активність нашого Сонця, але ж сонячна активність також була тисячу років тому також. На вашу думку, чи можуть рослини допомогти в цьому?

**48.** Багато бобових є корисними господарськими рослинами. Але, тільки одну з них називають “віслюковою коровою”. Чому?

**49.** У наш час створено велику кількість сортів культурних рослин (яблуня, груша, тюльпани й ін.), але різноманітність таких культурних рослин, як мак, петрушка, часник, лук, цукровий буряк значно менше. Чому?

**50.** До родини Капустяні відносяться багато бур'янів (талабан польовий, грицики звичайні, редька дика й ін.). Чи можна їх назвати шкідливими й непотрібними рослинами?

**51.** Відомо, що ячмінь за широтою поширення на земній кулі не має собі рівних. Він встигає дозрівати за Полярним колом, в умовах високогір'я: (до 5 тис. метрів над рівнем моря). Його посіви можна зустріти у засушливих районах і в субтропіках, а в Азії й Африці вони доходять до екватора. Запропонуйте пояснення, чому ця культура настільки поширена?

**52.** Родоначалником багато чисельних різноманітних культурних сортів капусти є тільки одна дика капуста. Як людині вдалося створити таку безліч сортів капусти?

**53.** Гриби часто утворюють на галявині замкнене коло. У народі їх називають “відьмині кільця”. Чому немає плодових тіл грибів усередині кола?

**54.** Встановлено, що на території Антарктиди росте всього 2 види квіткових рослин, а лишайників близько 350 видів. Дайте пояснення цьому явищу.

**55.** У вологому стані ягель або оленячий мох, м'який та пружний. Але після висихання він твердіє й стає дуже крихким, легко руйнується. Яке це має значення?

**56.** Відомо, що багато хвороботворних бактерій приносять велику шкоду людині. Але серед бактерій зустрічаються й корисні для людини. Які саме?

**57.** У школі існує правило: класну кімнату під час кожного уроку необхідно провітрювати, а на великій перерві обов'язково проводити вологе прибирання. Дайте обґрунтування необхідності подібного правила.

**58.** Після збирання гороху в ґрунті залишається велика кількість азотфіксуючих бактерій. Здавалося б повторний посів гороху на цьому ж самому місці може призвести до збільшення кількості бульбочок на коренях і збільшення врожаю, але горох повторно на тому самому полі не висівають. Як ви думаєте, чому?

**59.** Юннати зірвали дві рослини кульбаби, одна зростала на світлі, а інша – у тіні. Чи будуть відрізнятися ці рослини? Обґрунтуйте свою відповідь.

**60.** Відомий вчений стверджував, що життя на Землі є продуктом енергії сонячних променів. Усі організми на планеті є дітьми Сонця. Без сонця немає життя. Наскільки правий учений?

**61.** Землю оточує кілька оболонок, але організми, що населяють нашу планету, зосереджені в межах тільки біосфери. Чому?

**62.** В акваріумі, крім рибок, знаходяться різні водяні рослини: валіснерію, криптокарину, елодею й інші. Вони прикрашають акваріуми. Якщо вийняти рослини з води, вони втрачають свою форму. Які особливості будови забезпечують м'якість і гнучкість цих рослин?

**63.** При сильній освітленні акваріума вода має смарагдовий відтінок. Але якщо зачерпнути цієї води, то вона виявиться прозорою. Чому?

64. Один з учнів загадав представника відділу Бурі водорості. Ця водорість досягає довжини декількох метрів. Густі зарості її слані захищають порт Санта-Барбари від хвиль, діючи як хвилеріз. Додатково гасить хвилі слиз, який виділяє ця водорість на поверхню води. Що це за водорість? *Макроцистіс*

65. На торфорозробках у Брянській області у 1986 році знайшли літак часів Великої Вітчизняної війни, разом з льотчиком, і дочка льотчика побачила батька таким, яким він був на той час. Дайте пояснення цьому явищу.

66. Наші пращури у давнину наділяли тісто та його готування надприродною силою, а випічку хліба супроводжували молитвами. Чому тісто “пихкає” і “піднімається” при його готуванні?

67. За вмістом білку гриби практично ідентичні м'ясу. Чому все-таки їх поживна цінність нижча, ніж у м'яса?

68. За сприятливих умов хламідомонада розмножується нестатевим шляхом, а за несприятливих – статевим. Чому існує така залежність?

69. Ряска та спірогира ростуть в однакових умовах, у водоймі. Але їх не можна віднести до однієї систематичної групи рослин. Чому?

70. За зовнішньою будовою морські водорості подібні до рослин суходолу, але ризоїди це ще не корінь, а тіло – не листок. Чому?

### **2.3. на встановлення причинно-наслідкових зв'язків**

71. Водорості утворюють гігантські підводні ліси, де живуть різні риби, ракоподібні, молюски, але водорості ще беруть участь в утворенні коралових рифів. Що є причиною даного явища?

72. Червоні водорості зростають на глибині 200-250 м., де бурі та зелені водорості рости вже не можуть. Забарвлення водоростей залежить від глибини. В прибережних водах вказані водорості мають жовто-зелений або блакитнуватий колір, глибше – рожевий, а на глибині 250 м. – червоний колір, але водолази бачать їх чорними. Чому?

73. Два вчених розмовляли про мохи. Один з них вигукнув: “Уявляєте, на Землі зникли мохи”. Як ви думаєте, до яких наслідків це приведе?

74. Покриваючи ґрунт суцільним килимом, зозулин льон витісняє інші мохи, що може викликати заболочування ґрунту. Чому так відбувається?

75. У природі деякі рослини мають висоту більше 30-40 метрів, але на торф'яних болотах дерева практично не ростуть, а більшість мохоподібних рослин низькорослі. Чому?

76. Відомо, що плауни зустрічаються переважно в ялинових лісах, а хвощі – на полях, у змішаних лісах або близько водойми. Дайте пояснення цьому явищу.

**77.** У лісах нашої країни зростає близько 100 видів папоротей. Багато видів цих рослин тварини не поїдають. Дайте пояснення цьому явищу.

**78.** У сосен, що ростуть у лісі, швидко гинуть нижні гілки, а в ялин вони зберігаються до глибокої старості. Дайте пояснення даному явищу.

**79.** Вченим відомо багато випадків спільного проживання двох і більше квіткових рослин. Не є виключенням і голонасінні, так, яловець росте поруч із сосною. Чому ж він гине, якщо його оточує в лісі багато ялин?

**80.** Одні рослини широко розповсюджені, наприклад: модрина, береза, тополя, подорожник. Інші ростуть тільки у певних місцях, наприклад: у горах росте едельвейс, у лісах – конвалія, на болоті – журавлина й ін. Поясніть це явище.

**81.** Відмічено, що ялинки під соснами можуть рости, а молоді сосонки під ялинами марніють. Чому?

**82.** У березовому й осиковому лісі між деревами були висаджені молоді ялини. Через певний час на цьому місці виріс похмурий ялиновий ліс. Дайте пояснення цьому явищу.

**83.** На відкриті ділянки лісу потрапляє насіння злакових рослин, і якщо йому вдається тут прижитися, то воно перешкоджає лісовідтворенню хвойних. Чому?

**84.** Найпоширенішим представником родини Хрестоцвіті (Капустяні) є капуста. Фахівці звернули увагу, що зовнішні листки капусти зелені, а внутрішні білі. Чому?

**85.** Відомо, якщо висадити тюльпани на ділянці в середині літа, вони погано ростуть і не зацвітають, незважаючи на оптимальні умови. Дайте пояснення цьому явищу.

**86.** Лілійні, як правило, зацвітають навесні та на початку літа, випереджаючи в рості інші рослини, які тільки починають рости. Запропонуйте пояснення швидкому росту лілійних.

**87.** Волошки ростуть разом із житом. Якщо їх як бур'ян прибрати повністю з житнього поля, то врожай знижується. Як ви думаєте, чому?

**88.** В Україні грицики звичайні вважають бур'яном і на своїх городах знищують. Але у Китаї їх охороняють та вирощують на непридатних для інших рослин ґрунтах. Чому?

**89.** Горох і квасоля, подібні за різними ознаками, відносяться до однієї родини Бобові (Метеликові). Проте, тривалість вегетаційного періоду у цих видів різна. Горох швидше дозріває на півночі, а квасоля на півдні. Чому?

**90.** Квасоля – теплолюбна рослина, але, її вирощують і в північних областях Росії. На вашу думку, як це вдається?

**91.** У харчовій промисловості при виготовленні квасу, пива, спирту широко застосовується так званий солод, а не вода, хоча від якості води залежить якість продукту. Чому?

**92.** Для створення затишку в будинку люди прагнуть мати багато кімнатних квітів, але у кімнатах, де люди сплять, не рекомендується ставити багато рослин. Чому?

**93.** При створенні лісозахисних смуг у степовій зоні дерева (дуби) погано приживалися. Виявилось, що ці рослини добре ростуть тільки при наявності в ґрунті певного гриба. Чому?

**94.** Відмічено, що в посушливе літо гриби ростуть ближче до стовбура дерева, а в дощове – далі під кроною, у зоні розгалуження основної маси кореня. Чому?

**95.** Рослини томату, картоплі й інших пасльонових часто вражаються фітофторою. Вони темніють та засихають. Чому масове зараження картоплі й томатів відбувається у вологий період?

**96.** Які зв'язки можуть існувати в природі між грибами та комахами? Наведіть конкретні приклади, та поясніть їх позитивне та негативне значення.

**97.** В останні десятиріччя в Європі картоплю часто вражає фітофтора, а в Центральній Америці цей гриб так само широко зустрічається, але картоплю не ушкоджує. Чому?

**98.** Гриб ріжки вражає зав'язь квітки різних злаків, зустрічається найчастіше на житі та майже не зустрічається на пшениці. Дайте пояснення цьому явищу.

**99.** У молодому лісі досить рідко зустрічаються лишайники, а от на старих або погано зростаючих деревах зустрічається завжди багато лишайників. Чому?

**100.** Часто на скелях можна бачити сухі, без ознак життя грудочки. Але після дощів усі вони “оживають”. Дайте пояснення цьому явищу.

**101.** Лишайники часто зустрічаються в природі, особливо багато їх у тундрі та у північних лісах. Чому?

**102.** “Цвітіння” води, що відбувається іноді в ставках і озерах часто призводить до заморів риби. Як ви можете пояснити це явище?

**103.** Уявіть собі, що всі бактерії на землі знищені. До яких наслідків, на вашу думку, це може призвести,?

**104.** Відомо, що повітря в місцях великого скупчення людей, наприклад, у кінотеатрах, на вокзалах, насичене бактеріями, а в чистому повітрі, особливо, у природних умовах, їх значно менше. Чому?

**105.** Ще в Середньовіччі було зроблено одне дуже важливе спостереження: ще до того, як на чуму починали хворіти люди, починалася масова загибель гризунів. Як тільки люди дізнавалися, що десь по сусідству знаходиться багато мертвих пацюків, вони відразу ж починали залишати свої помешкання й намагалися втекти подалі від цього місця. Чому?

**106.** Ассирійський цар на початку VII в. до н.е. захопив іудейське місто Єрусалим. Перемога, здавалося, була близькою. Союзником іудеїв був фараон Єгипту. Він вийшов вночі із групою воїнів-єгиптян назустріч



ассирійцям і випустив велику кількість мишей. Ассирійське військо в паніці раптово відступило. Чому?

**107.** Великою популярністю у віруючих Сходу користувалася “свята криниця” біля міста Сихеми у Палестині. Вода в ній змінювала своє забарвлення, ставала то криваво-червоною, то звичайного кольору. Це приписувалося божественним силам. Дайте пояснення цьому явищу.

**108.** Бактерії гниття викликають псування продуктів, але якщо продукти підсолені або зацукровані, бактерії на них не впливають. Чому?

**109.** Відомо, що залізні руди та руди марганцю зустрічаються не тільки в місцях залягання порід, але й на дні багатьох озер і боліт. Звідки вони могли там з’явитися?

**110.** Лісники добре знають, що зі збільшенням віку лісу спостерігається зменшення кількості дерев у ньому. Наприклад, сосна висіває приблизно 25 млн. насінин на 1 га; через 20 років виростає близько 5 тис. дерев, а через 150 років залишається приблизно 500 сосен. Поясніть, з чим це пов’язано.

**111.** Багато рослин, які добре ростуть у лісі, не приживаються й гинуть у містах, навіть якщо їх рясно поливають і підгодовують. Чому?

**112.** Від великих населених пунктів ліс поступово відступає, а частина його гине, якщо навіть у ньому обмежена господарська діяльність людини. Чому?

**113.** Після вирубки лісу, прокладання широких просік на перезволожених ділянках починається заболочування. Дайте пояснення цьому явищу.

**114.** У листяному лісі навесні розквітає багато трав’янистих рослин. Через місяць під кронами дерев більшість ранньовесняних рослин в’яне. Дайте пояснення цьому явищу.

**115.** Відомо, що явище мімікрії (захисне забарвлення й форма тіла) зустрічається не тільки у тварин (наприклад, у жуків, метеликів), але й у рослин. Поясніть це явище і наведіть приклади.

**116.** На ділянці, де раніше зростали хвоці, розбили ягідний і фруктовий сади. Через кілька років можна було побачити, що ягідний сад успішно розвивається, а фруктовий сад на межі загибелі. Дайте пояснення цьому явищу.

**117.** Лісникові запропонували вибрати собі ділянку в лісі для будівництва будинку. Він відмовився від місця, де було багато ялин, мохів, лишайників і обрав місце серед беріз. Чому?

**118.** Вологість в оранжереї становить 70-80%, а у квартирі – 25-35%. Як пояснити, що кактуси й алое почувають себе добре у квартирах, а фікуси – в оранжереях?

**119.** Двом учням було доручено поливати кімнатні рослини. Один з них поливав свої рослини увесь час проточною водою з крану, а інший – водою, яка відстоювалася у відрі, що стояло у приміщенні. Хто з них вчинив правильно?

**120.** На лузі протягом декількох років пасли велику рогату худобу. На вашу думку, чи зміниться склад рослинності на цьому лузі?

**121.** У саванах часто бувають пожежі. Які пристосування рослин до життя в даних умовах ви можете вказати.

**122.** Лісова пожежа – справжнє лихо для мешканців лісу, у тому числі й рослин. А от секвоям вона не страшна. Дайте пояснення цьому явищу.

#### **2.4. на формулювання висновків**

**123.** Вчені стверджують, що одноклітинна водорість – це клітина-організм. Чи так це? Свою відповідь аргументуйте.

**124.** Навесні, під час танення снігу, з болота, утвореного сфагновими мохами, ніякі струмки не випливають. Як ви думаєте чому?

**125.** У тайзі часто можна побачити на ґрунті пухкий зелений килим з мохів. Але у діброві цього ми ніколи не зустрінемо. Чому?

**126.** Відомо, що у мохів відсутня провідна тканина (ситоподібні трубки, судини). Яким чином відбувається транспортування води з розчиненими в ній речовинами?

**127.** У сосни, що виростає у густому лісі, та у сосни, що виростає на відкритій місцевості, крона займає різну частину стовбура. Яке співвідношення? Чому?

**128.** Як можна підрахувати вік сосни, не зрізуючи її? Поясніть це особливостями її росту.

**129.** Голонасінні починають “утворювати плоди” тільки через 20-40 років. Насіння дозрівають досить довго, наприклад, у сосни звичайної – 1,5 року. Що можна сказати про швидкість росту цих рослин?

**130.** Туристів, які відпочивали у змішаному лісі, застала гроза, один з них запропонував сховатися під величезним дубом, а інший запропонував піти в підлісок і там перечекати грозу. Хто з них правий і чому?

**131.** Відомо, що довжина кореня одного дерева ялини сягає близько 2 тис. м, а в сосни вона в 6 раз більше. Чому?

**132.** Відділ Покритонасінні налічує 240 тис. видів рослин і поділяється на два класи: Дводольні (180 тис. видів) та Однодольні (60 тис. видів). Накресліть кругову діаграму класового складу відділу Покритонасінні.

**133.** Відомо, що тривалість життя дуба – до 1200 років (і навіть більше). Свідками яких історичних подій були дуби – старожили нашої країни?

**134.** Вважають, що приблизно половина населення Землі харчується пшеницею. А що є хлібом для іншої половини населення?

**135.** Тюльпани у дикому вигляді зустрічаються в степових районах, де досить сухо. Чому у них великі листки з великою поверхнею?

**136.** Картопля – найважливіша продовольча культура, але, вона одночасно є і найважливішою технічною й кормовою культурою. Чому?

**137.** Двоє юннатів посіяли пшеницю: один озиму – навесні, іншу ярову – восени. Хто з юннатів отримає більше врожаю?

**138.** Спекли хліб, один – з борошна м'яких сортів, а інший – з борошна твердих сортів. Який хліб корисніший? Чому?

**139.** Два учні на різних ділянках вирощували овочі. Один вирощував на відкритій місцевості, а інший обрав місце під кронами плодкових дерев. У кого буде краще врожай?

**140.** При вживанні рослинної їжі – хліба, картоплі, гороху людина не відчуває голоду, але потребує певну кількість жирів. Чому?

**141.** Основне число нині оброблюваних культурних рослин дали континенти: Європа, Азія, Америка, а з Австралії дуже мала кількість культурних рослин. Чому?

**142.** Відомо, що рослину аїр тростяний, який росте на берегах річок та озер, ще називають “татарською травою”. Чому?

**143.** Із усього різноманіття видів, що нині зустрічаються серед вищих рослин тільки невелику частину людина використовує в їжі. Чому?

**144.** Шапкові гриби, що людина використовує в їжу, часто бувають червиві, а от чи бувають червивими отруйні гриби (мухомор, бліда поганка). Чому?

**145.** “Підемо в ліс за грибами, сину”, – запропонував батько синові. – “Тато! Зараз тільки кінець квітня! Де ж ми знайдемо гриби? Та й які?” Чи жартував батько? Як ви думаєте?

**146.** У сосновому лісі зустрічаються масляки, а от у березовому ростуть підберезники. Чому?

**147.** Відомо, що в багатьох грибників є свої заповітні місця, куди вони приходять рік у рік і де збирають гриби. Як ви вважаєте, чи можна збирати гриби багато років на одному і тому самому місці?

**148.** У багатьох країнах світу люблять їсти сири, у яких є цвіль. Чи не шкідливий для здоров'я такий сир? Чому?

**149.** Гриби не містять зеленого хлорофілу, але все таки містять органічні речовини. На вашу думку, як гриб їх одержує.

**150.** На відміну від багатьох грибів і бактерій, водорості не викликають ніяких захворювань у людини. Із чим це пов'язано?

**151.** Рослини, бактерії, гриби відіграють важливу роль у ґрунтоутворювальному процесі, але у виникненні ґрунтів найважливішу роль віддають лишайникам. Чому?

**152.** Два юннати вирішили виростити лишайники. Один вирощував їх у темряві на родючому ґрунті, а інший – на склі та при дії світла поливав водою. Передбачте результат.

**153.** Бактерії широко поширені в природі (повітрі, ґрунті). Але відомо, що чисте повітря для бактерій – середовище мало придатне. Чому?

**154.** За несприятливих умов навколишнього середовища гине величезна кількість бактерій. Як бактерії пристосувалися до цього?

**155.** Збудники туберкульозу, холери досить широко поширені в південних країнах і рідше зустрічаються у північних. Чому?

**156.** Відомо, що маса однієї бактерії незначна. Але вчені підраховали, що на 1 га родючого ґрунту в шарі товщиною 30см. втримується кілька тонн бактерій. Дайте пояснення цьому явищу.

**157.** Багато видів бактерій можуть перебувати в умовах, які для інших організмів зовсім непридатні. Запропонуйте пояснення цієї особливості бактерій.

**158.** Вода, узята з холодних джерел, довгий час зберігає свою свіжість і не псується, якщо зберігати в закритому скляному посуді. Чому?

**159.** Зрізані квіти, поставили у вазу з водою, але нижні їх частини досить швидко почали загнивати, а верхні над водою залишалися неушкодженими. Чому?

**160.** На двох полях висіяли горох. Перше поле обробили препаратом, який знищує бактерії, а друге поле не обробляли. На вашу думку, на якому полі врожаю буде більше?

**161.** На лузі протягом декількох років випасали велику рогату худобу. Як зміниться склад рослин на цьому лузі?

**162.** На місці вирубаного лісу часто починається заболочування ґрунту. Як це можна пояснити, адже ці ділянки набагато сильніше освітлені сонцем?

**163.** Знищуючи бур'яни на полях люди виробили стереотип про їхню шкоду, але вони не завжди є шкідливими рослинами. Поясніть чому?

**164.** Рослини зустрічаються практично у всіх куточках земної кулі та чудово пристосовані до різних кліматичних умов. Але суха, жарка й вітряна погода вважається для них несприятливою. Чому?

**165.** Відомо, що в тундровій зоні вегетаційний період триває у рослин короткий період. Найчастіше він не перевищує 2-2,5 місяців, а в більш північних районах – не більш 1,5 місяця. Але, незважаючи на такі умови, багато рослин нормально зростають і утворюють плоди. Поясніть це явище.

**166.** Велика кількість людей, що відвідує парки, ліси шкідливо впливає на стан дерев, хоча люди їх не ушкоджують. Чому?

**167.** Рослини мають три середовища життя: ґрунт, повітря й воду, з яких вони одержують поживні речовини. Як це відбувається й чому?

**168.** Лісники звернули увагу на той факт, що для різних лісів характерний певний набір видів рослин, але відомо, що цей набір видів може змінюватися протягом тривалого часу. Чому?

### **3. ТЕКСТОВІ ТВОРЧИ**

#### **3.1. експериментальні**

**169.** Вченими-альгологами було встановлено, що бура водорість – ламінарія цукрова, або морська капуста, краще росте в тих бухтах і затоках морів, що перебувають поблизу міст. Із чим це пов'язано? Складіть план експериментального дослідження.

**170.** Нитчаста багатоклітинна зелена водорість спірогира, що утворює так звану жаб'ячу тину, зустрічається тільки у водоймах зі стоячою водою, а нитчастий улотрикс – у струмках, озерах і ріках. Використовуючи гербарні зразки, зробіть порівняльну характеристику.

**171.** Вчені давно стверджують, що в північних морях водорості ростуть значно краще, ніж у морях південних широт. Поясніть, використовуючи віртуальне дослідження.

**172.** Одноклітинним водоростям потрібне сонячне світло. При  $-4^{\circ}\text{C}$  вони гинуть, тому що при негативних температурах неможливі процеси життєдіяльності. Як пояснити, що серед льодів, на снігу живуть водорості. Вкажіть такі види. За якими характеристиками ви їх дослідили.

**173.** У рослин суходолу речовини транспортуються по провідним тканинам: вода – по судинах деревини, а мінеральні солі – знизу до вверху (від кореня до листка). Органічні речовини – по ситоподібним трубкам (від листка до кореня). А ось у водоростей немає провідної системи. На вашу думку, як водорості вирішують проблему обміну речовин. Складіть віртуальну модель провідних систем водоростей.

**174.** Після екскурсії в класі виникла дискусія, як виникає торф'яне болото. Одна група стверджувала, що болото виникає внаслідок заростання водойми. Друга група стверджувала, що самі рослини, сприяють заболочуванню й поступовій появі торфу. Хто з них правий?

**175.** Субстрат, на якому оселяються мохи, відіграє в їхньому житті не менш важливу роль, ніж в житті інших вищих рослин. Але для них важливе значення має кислотність та хімічний склад ґрунту. Доведіть це експериментально.

**176.** Школярі великого промислового міста, вивчивши тему “Лишайники”, пішли до міського парку подивитися на лишайники на стовбурах дерев, але не знайшли їх там. Як би ви це пояснили? Чи є у вашому населеному пункті лишайники на стовбурах дерев? Про що це свідчить? Проведіть екскурсію разом з вчителем.

**177.** Під час екскурсії в зимовий ліс учні звернули увагу на те, що у листяному лісі більш глибокий сніг, а в сосновому – снігу набагато менше. Дайте пояснення цьому явищу.

**178.** У сучасній технології вирощування культурних рослин вважається, що дикі рослини не завжди потрібні. Чи можуть дикі рослини принести користь культурним рослинам?

**179.** Вчені відносять до однієї родини картоплю й томат, рослини зовні схожі, але до цієї родини відноситься й паслін чорний. Знайдіть риси подібності та відмінності, використовуючи метод спостереження.

**180.** Квасоллю на відміну від гороху, не вживають у свіжому виді. Чому перед готуванням їжі квасоллю спочатку довго варять? Проведіть експеримент дома.

**181.** Дослідіть експериментальним шляхом фази розвитку квасолі. Результати досліду представте у вигляді фотозвіту або презентації.

**182.** Складіть і запишіть на окремому аркуші “Пам’ятку грибника”. Виконайте так, щоб ваші рекомендації були якомога повнішими. Поміркуйте, яке практичне застосування може мати ваша пам’ятка.

**183.** Не бажано збирати риби, ягоди, лікарські рослини поблизу залізничних доріг, автотрас. Як експериментальним шляхом це можна пояснити?

**184.** Відомий давньогрецький учений Архімед за питомою вагою визначив, що корону Сиракузьському царю ювелір-шахрай зробив з міді і лише зверху покритий її тонким шаром золота. А весь злиток забрав собі. Але ж у ті часи люди не знали секретів гальванопластики. На вашу думку, як вдалося ювелірові вкрити золотом мідну корону?

**185.** Про здатність гороху до азотофіксації знають багато. Це відбувається тому, що рослини вступають у симбіоз із бактеріями роду ризобіум. За допомогою цих бактерій виготовляють бактеріальне добриво – нітрогін. Під посіви гороху внесли бактеріальне добриво на основі штаму ризобіум люпину. Як ви думаєте, чи вплине цей агротехнічний прийом на врожай?

**186.** Складіть “Природоохоронну пам’ятку”, в якій вкажіть, як, на вашу думку, треба вести себе у природі. Та пам’ятка, яка буде визнана вчителем найкращою, може бути запропонована для ознайомлення учням всієї школи.

**187.** Це було дивне дерево. Незвичайно важке, на його зрізі були видно червонуваті плями. Та й чи дерево це? Пори його виявилися заповнені справжньою міддю. На вашу думку, як виготовили таке чудо?

**188.** Учні були на екскурсії у парку, де вздовж алеї дерев були висаджені чагарники, але особливе враження залишила екскурсія в ліс. Чому парк не можна назвати лісом, незважаючи на те, що в парку так само ростуть дерева?

**189.** Спостереження показали, що рослини сухих місць проживання низькорослі, а рослини, що зростають у вологих місцях, досягають значно більшої величини. Дайте пояснення цьому явищу.

**190.** Із зернівки пшениці, що потрапила у ґрунт при дорозі, виросла рослина висотою до 19см. і з маленьким колоском, а на полі з такої ж зернівки виросла потужна рослина з великим колоссям. Чому?

**191.** Яку користь можуть принести рослинам різні види тварин? Назвіть різні варіанти на кожний з них наведіть приклади.

### 3.2. На висування гіпотез

**192.** У Біблії описується явище, що відбулося у нижній течії Ніла: "... і вся вода в річці перетворилася у кров і риба в річці вимерла, і ріка засмерділа, і єгиптяни не могли пити води з ріки...". Запропонуйте гіпотезу, що пояснює подібні явища.

**193.** Мохи поширені на всіх континентах, але дуже нерівномірно. У тропіках мохи зустрічаються переважно у горах. Зовсім немає мохів у пустелях і мало в степах. Більшість видів зростає в областях з помірним і холодним кліматом. Запропонуйте гіпотезу.

**194.** Сучасні хвощі в основному трав'янисті рослини, а понад 300 млн років тому вони були представлені каламитами – деревами, що досягають висоти 15 м, з товщиною стовбура до 20 см. Яка гіпотеза?

**195.** Раніше серед папоротеподібних зустрічалися деревні рослини висотою в кілька метрів. Серед мохоподібних таких життєвих форм ніколи не було й немає. Чому? Запропонуйте гіпотезу.

**196.** Сучасній науці відомо близька 500 тис. рослин, серед них зустрічаються папороті, хвощі, плауни та інші рослини, але більшість з них є квітковими. Запропонуйте гіпотезу, що пояснює панівне положення квіткових у природі.

**197.** Культурні рослини відіграють найважливішу роль у житті людини, але вчені стверджують, що й дикоростучі рослини є багатством на Землі. На скільки правомірно подібне твердження?

**198.** Людина широко використовує в їжу шапкові гриби. Багато грибів вирощують у штучних умовах, але крім печериць і глив вирощувати інші гриби в теплицях і парниках не вдається. Запропонуйте гіпотезу.

**199.** Більшість грибів живуть не довго, вони швидко старіють і відмирають, а от мухомори – довгожителі. Дайте пояснення цьому явищу. Запропонуйте гіпотезу даному явищу.

**200.** Сніг вкриває трав'янисті рослини від сильних морозів, оскільки під снігом не так холодно. А от такі організми, як гриби трутовики, мохи, лишайники на заборах, старих деревах, дахах не вкриті снігом. Настане весна, і, вони так само почнуть рости. Чому гриби, мохи, лишайники не вимерзають узимку? Запропонуйте гіпотезу.

**201.** Відомо, що лишайники не висмоктують соків з дерев, але, оселившись на корі, заподіюють їм шкоди. Чому? Запропонуйте гіпотезу.

**202.** Лишайники, як вищі організми розмножуються статевим і вегетативним способами. Але у процесі еволюції лишайники в основному стали розмножуватися вегетативним способом. Дайте пояснення цьому явищу.

**203.** Лишайники широко поширені в природі. Їх називають піонерами рослинного світу. На скільки обґрунтоване таке твердження?

**204.** Бактерії – прості за організацією організми. Поясніть, чому бактерії успішно існують у природі поряд з високоорганізованими організмами. Запропонуйте гіпотезу.

**205.** В основі існування живих організмів лежать обмінні процеси. Вчені з'ясували, що процеси життєдіяльності, які характерні для квіткових рослин, можуть відбуватися й у бактерій. Чому? Гіпотеза.

**206.** Основну роль у розкладанні трупів тварин і відмерлих рослин відіграють бактерії гниття. Але добре відомо, що утилізація таких організмів бактеріями в пустелях відбувається вкрай повільно. Чому? Запропонуйте гіпотезу.



## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Андрианов В.Л. Биология: Разв'язування задач з генетики./ В.Л.Андрианов – К.: Либідь, 1995. – 80 с.
2. Балл Г.А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект / Г.А.Балл. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
3. Барна І.В. Збірник задач і розв'язків з біології. Навчальний посібник. / І.В.Барна, М.М.Барна – Тернопіль: Мандрівець, 1997. - Ч. I, II, III.
4. Биология: 1600 задач, тестов и проверочных работ для школьников и поступающих в вузы / Т.А.Дмитриева, С.И.Гуленков, С.В.Суматохин и др. – М.: Дрофа, 1999. – 432 с.
5. Богданова Д.К. Дидактичний матеріал із загальної біології: Посібник для вчителя. / Д.К.Богданова – К.: Радянська школа, 1988. - 143 с.
6. Борисова Н.В, Познавательные задачи, задания и вопросы по зоологии беспозвоночных./ Н.В.Борисова – Тула: “Родничок”, 1998. – 132 с.
7. Гриценко В.В. Формирование интеллектуальных умений учащихся в процессе решения творческих задач / В.В. Гриценко. // Открытый лицей “Всероссийская заочная многопредметная школа” – М.: Мнемозина, 2011. – С.27-35.
8. Демьянков Е.Н. Биология в вопросах и ответах: Книга для учителя. / Е.Н.Демьянков – М. : Просвещение, 1996. – 80 с.
9. Дмитров Е.Н. Познавательные задачи по зоологии позвоночных и их решение./ Е.Н.Дмитров – Тула: “Родничок”, 1999. – 144 с.
10. Задачі і вправи з біології./ Е.В. Шухова та ін – К.: Радянська школа, 1981. – 102 с.
11. Зуй В.Д. Біологія. Тестові завдання для учнів 10-11 класів середніх загальноосвітніх шкіл./ В.Д.Зуй – К.: Вирій, 1999. – 224 с.
12. Калинова Г.С. 900 вопросов и заданий по биологии. Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники. /Г.С.Калинова, А.Н.Мягкова – М.: «АКВАРИУМ ЛТД», 2001. – 224 с.
13. Котик Т.С. Завдання з природознавства: 6 кл. / Т.С.Котик – К.: Генеза, 2007. – 80 с.
14. Лищенко І.Д. Біологія: Запитання. Задачі, вправи. Тести. : 6 кл. Посібник. / І.Д.Лищенко, Г.М.Міхеєва, Л.О.Юрик – К.: Видавництво центр: “Академія”, 2000. – 144 с.
15. Минина Н.В. Задания для самостоятельной работы по общей биологии. / Н.В.Минина. – М.: Просвещение, 1981. – 126 с.
16. Модестов С.Ю. Сборник творческих задач по биологии, экологии и ОБЖ: Пособие для учителей. / С.Ю.Модестов – СПб.: Акцидент, 1998. – 175 с.

- 17.Молис С.С. Активные формы и методы обучения биологии: Животные: Книга для учителя: Из опыта работы./ С.С.Молис, С.А.Молис – М.: Просвещение, 1988. – 176 с.
- 18.Моляко В.А. Психология решения школьниками творческих задач./ В.А.Моляко – К.: Рад. школа, 1983. – 94 с.
- 19.Муртазин Г.М. Активные формы и методы обучения биологии: Человек и его здоровье: Книга для учителя: Из опыта работы. / Г.М.Муртазин – М.: Просвещение, 1989. – 192 с.
- 20.Неведомська Є. Робота з біологічними термінами і поняттями для учнів 8-го кл. / Є.Неведомська – К.: Фенікс, 1999. – 136 с.
- 21.Никишов А.И. Ботаника. Дидактический материал: Пособие для учителей и учащихся./ А.И.Никишов, Л.А.Косорукова – М.: “РАУБ” – “Илекса”, 1996. – 158 с.
- 22.Никишов А.И. Дидактический материал по зоологии: Пособие для учителей./ А.И.Никишов, А.В.Теремов – М.: “РАУБ” – “Цитадель”, 1996. – 174 с.
- 23.Никишов А.И. Человек и его здоровье. Задания для самостоятельной работы учащихся./ А.И.Никишов, В.С.Рохлов – М. – Харьков: “РАУБ”, 1996. – 160 с.
- 24.Овчинникова М.В. Методика работы над текстовыми задачами в начальных классах (общие вопросы)/ М.В.Овчинникова – К.: Пед. пресса, 2002. – 128 с.
- 25.Овчинников С.О. Збірник задач і вправ із загальної біології: Навчальний посібник./ С.О.Овчинников – К.: Генеза, 2000. – 152 с.
- 26.Петросова Р.А. Дидактический материал по общей биологии: Пособие для учителей./ Р.А.Петросова, Н.Н.Пилипенко, А.В.Теремов – М. – Минск: “РАУБ – Цитадель”, 1997. – 223 с.
- 27.Резникова В. З. 1000 вопросов и заданий по биологии. Раздел “Растения” / В.З.Резникова – М.: “АКВАРИУМ ЛТД”, 2001. – 256 с.
- 28.Соколовская Г.М. Задача и упражнения по общей биологии. / Г.М.Соколовская – М.: Просвещение, 1974. – 190 с.
- 29.Сухова Т.С. Контрольные и проверочные работы по биологии. 6-8 кл.: Методическое пособие - М.: Дрофа, 1996. – 160 с.
- 30.Трайтак Д.И. Сборник задач и пражений по биологии растений, бактерий, грибов и лишайников: Пособ. для уч-ся 6-7 кл. общеобр. учрежд. / Д.И.Трайтак, Н.Д.Трайтак. – М.: Мнемозина, 1998. – 160 с.
- 31.Эсаулов А.Ф. Психология решения задач. / А.Ф.Эсаулов – М.: Высшая школа, 1972. – 197 с.