**Методичні рекомендації щодо**

**методики розв’язування задач з генетики та молекулярної біології**

*Якщо запастися терпінням і виявити старання, то посіяне насіння знань неодмінно дастьь добрі сходи. Навчання корінь гіркий, так плід солодкий.*

Леонардо да Вінчі

Одним із найважливіших завдань предмета «Біологія» є формування в учнів предметних та ключових компетентностей. Достатньо глибоке, осмислене засвоєння ними навчального матеріалу передбачає не лише запам’ятовування фактичних даних і теорій, а й уміння застосовувати їх на практиці. Існує велика різноманітність методичних прийомів, за допомогою яких можна вплинути на інтелектуальний розвиток учнів. Один із цих прийомів – використання вчителем на уроках біології задач, які спрямовані на залучення учнів до активної пізнавальної діяльності і формують природничо-наукову компетентність та критичне мислення.

Сучасна біологічна наука містить чимало навчального матеріалу, під час вивчення якого пропонуються до вирішення біологічні задачі.

Зазначаємо, що дослідниця Карташова І.І. вважає біологічні задачі найефективнішим засобом, що забезпечує творчий рівень засвоєння біологічних знань, сприяє розвитку в учнів психічних процесів: пам’яті, уваги, логічного мислення [2].

Звертаємо увагу, що біологічні задачі мають суттєві відмінності від задач з математики, фізики тим, що спрямовані на живі об’єкти, кожен з яких неповторний. Для їх вирішення необхідно не просто мати знання про життя живих організмів, а й уміти, за необхідності, інтегрувати ці знання з математикою, фізикою, хімією, уміти будувати логічні схеми та робити висновки; продумувати досліди, експерименти, які можуть довести ту чи іншу гіпотезу [3].

Акцентуємо увагу вчителів біології, що знання методики застосування біологічних задач на уроках біології дає можливість не тільки вміло використовувати біологічні задачі в системі, але й, при потребі, складати їх. Учитель, використовуючи на уроках біологічні задачі може легко та доступно активізувати діяльність учнів та конкретизувати поданий матеріал.

Визначень терміну «біологічна задача» є декілька [2]. Овчиніков С.О. у збірнику із загальної біології дає таке визначення: «Задачею називають абстрактну модель реального біологічного явища, у якій на основі наявної інформації треба знайти відсутню, використовуючи для цього знання теорії і основних законів» [4]. Учені Бруновт Є.П. та Бровкіна Є.Т. в своїх дослідженнях наводять таке визначення: «Біологічною задачею вважають запитання (Чому? Як? Навіщо? і т.д.) або пропозиції (знайдіть, доведіть, встановіть тощо), що вимагає від учня активної розумової діяльності, яка дасть змогу встановити зв’язки між різними пунктами знань, висловити оригінальні гіпотези» [2].

Підсумовуючи відповідь на запитання «Що таке біологічні задачі?», зазначимо: біологічні задачі – різновид творчих завдань, які сприяють формуванню сучасної компетентної особистості. Біологічні задачі завжди спрямовані на активізацію розумової діяльності учнів і передбачають не продуктивне відтворення навчального матеріалу, а володіння ним [3].

Загальноприйнятої класифікації біологічних задач на сьогодні не існує. Узагальнюючи доробки вчених і практиків, дослідниця Карташова І.І. пропонує таку типологію біологічних задач [2]:

*I. За характеристикою невідомого:*

* текстові;
* розрахункові.

*II. За рівнем пізнавальної діяльності:*

* алгоритмічні;
* пізнавальні;
* творчі.

*IIІ. За дидактичною метою (змістом):*

1. Задачі з ботанічним змістом

2. Задачі з зоологічним змістом

3. Задачі з біології людини

4. Задачі із загальної біології:

* задачі з молекулярної біології (хімічний склад клітини; кількісний і якісний склад гену; біосинтез білка; способи клітинного поділу та каріотип; обмін речовин і енергії у клітині; фотосинтез і хемосинтез).
* екологічні задачі (структура і продуктивність різних біогеоценозів; динаміка популяцій).
* еволюційні задачі (задачі з еволюції; задачі на походження людини; визначення геологічного віку палеонтологічних залишків).
* 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).
* задачі з міжпредметним змістом.

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 й математики. З інших недоліків слід відзначити помилки в розмірностях величин, нераціональні й недостатньо точні обчислення.

Дослідниця Карташова І.І. виділяє чотири основні етапи розв’язання будь-якої задачі [2].

*1 етап. Запис умови та аналіз задачі*

Під час оформлення запису умови задачі, використовуємо скорочені позначення. З’ясовуємо, що необхідно знайти в задачі? Які попередні дії необхідно виконати? Пригадуємо, чи розв’язували раніше подібну задачу?

*2 етап. Складання плану рішення*

Перед початком розв’язання задачі, встановлюємо зв’язок між даними та пошуковими величинами. 3’ясувуємо сутність явищ, що покладені в основу задачі. Визначаємо послідовність дій для знаходження невідомого.

*3 етап. Виконання і запис рішення задачі*

На етапі виконання задачі обираємо раціональний спосіб її розв’язання. За можливості, застосовуємо математичні формули. Записуємо необхідні формули або рівняння хімічних реакцій. Розв’язання задачі проводимо поетапно, особливо, якщо це стосується розрахунків за рівняннями хімічних реакцій.

*4 етап. Аналіз результатів*

Перевіряємо результат. Чи вірно обраний шлях розв’язання задачі?

Зазначаємо, що на практиці велика увага повинна приділятися 3 етапу, тому що, тільки вихованням грамотності та культури запису умови та розв’язку задачі, можна сформувати 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.

Пропонуємо орієнтовний алгоритм розв’язання деяких генетичних задач [1].

*Алгоритм розв’язання окремих генетичних задач*

1. Визначаємо домінанту й рецисивну ознаки за умовою задачі чи рисунком (якщо він додається).

2. Уводимо буквенні позначення домінантної й рецесивної ознак.

3. Позначаємо генотипи особин з рецесивною ознакою або особин з відомим за умовою задачі генотипом та їхні гамети.

4. Записуємо передбачувані генотипи для особин, у яких гамети відомі, враховуючи при цьому:

* один з генів успадковується від особин з рецесивною ознакою;
* рецесивна ознака виявляється в гомозиготної особини;
* третя фенотипова група виявляється за неповного домінування генів.

5. Складаємо схему схрещування. Записуємо генотипи гібридів та їхні гамети в решітку Пеннета по горизонталі й вертикалі.

6. Позначаємо генотипи потомства в клітинках перетину.

7. Визначаємо співвідношення фенотипів у поколіннях.

Наводимо орієнтовний алгоритм розв’язання розрахункової біологічної задачі [2].

*Алгоритм розв’язання розрахункової біологічної задачі*

1. Визначаємо основне співвідношення, за яким знаходиться невідоме.

2. З’ясовуємо, які величини в основному співвідношенні невідомі.

3. Знаходимо додаткові співвідношення, за якими можна визначити невідомі величини.

4. Виводимо загальну формулу тільки тоді, коли всі величини відомі.

Вирішення окремих 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 в нових, незвичних умовах, викликає інтерес і спирається на попередній досвід [2].

У процесі розв’язання пізнавальної задачі учні повинні [2]:

* уважно прочитати текст задачі і розділити його на окремі логічні елементи;
* установити, знання яких понять, фактів, причинно-наслідкових зв’язків необхідно для розв’язання задачі, враховуючи знання інших розділів 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 в умові;
* що припускає не одне рішення, а серію відповідей, часто взаємопов’язаних.

У процесі навчання за допомогою розв’язання біологічних задач можна реалізувати види завдань [2]:

*1. Навчальні:*

* ілюстрація понять, законів;
* установлення зв’язків між теорією і практикою;
* набуття навичок отримання, обробки і представлення наукових знань у письмовій та усній формі.

*2. Мотиваційні:*

* + створення проблемних ситуацій;
  + підвищення інтересу до набуття нових знань через радість творчості та 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.

На якому етапі уроку вчителю використовувати біологічні задачі залежить від мети, яку визначає вчитель; від структури уроку; та, навіть, від досвіду учнів та вчителя. Помилково уявляти, що спочатку учні вивчають теоретичний матеріал, а вже потім вчаться розв’язувати задачі. На практиці, розв’язання задач під час вивчення біології не самоціль, а дієвий засіб, який забезпечує чітке усвідомлення й міцне засвоєння учнями потрібних понять, закономірностей і законів [2].

Пропонуємо вчителям використовувати біологічні задачі:

* під час засвоєння нового матеріалу, повторення, перевірки знань, у домашніх завданнях;
* у позанавчальній роботі (біологічний турнір, КВК, гурток);
* у біологічних олімпіадах.

Рекомендуємо вчителям біології під час організації освітньої діяльності ознайомитися з прикладами біологічних задач та їх розв’язанням, опрацювавши навчально-методичну літературу та переглянувши вебінари:

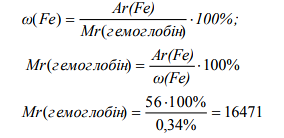
* Адріанов В.Л. Збірник задач з генетики: збірник / за заг. ред. В.В. Вербицького. Київ : «НЕНЦ», 2017. 93 с. URL: <https://nenc.gov.ua/wp-content/uploads/2015/01/gen.pdf> (дата звернення: 14.06.2021).
* Барна І.В. Загальна біологія: збірник задач. Тернопіль: Вид-во: Підручники і посібники, 2015. 736 с.
* Голойда Г.А. Розв’язування генетичних задач: посіб. для вч. Тернопіль: Підручники і посібники, 2007. 32 с.
* Задорожна О.А. Генетика. Збірник задач. Харків: ПЕТ, 2019. 112 с.
* Карташова І.І. Біологічна задача: зміст, розв’язання, методика використання: навч.-метод. посіб. Херсон: ПП. Вишемирський В.С., 2015. 104 с. URL: <https://bitly.su/i7ec8Hzi> (дата звернення: 14.06.2021).
* Кикоть В.П. Методичний посібник з біології «Методика розв’язування типових генетичних задач». URL: <https://bitly.su/WVPCzgc> (дата звернення: 14.06.2021).
* Князева О.В. Біологічні задачі: теорія і практика. Книга для вчителя. Київ: СПДФО, 2008. 100 с. URL: <http://biology.civicua.org/files/Bio_book_net.pdf> (дата звернення: 14.06.2021).
* Овчиніков С.О. Збірник задач і вправ із загальної біології: навч. посіб. Київ: Генеза, 2000. 152 с.
* Ютуб канал освітнього проєкту iLearn. Вебінар «Генетика. Розв’язок генетичних задач. ЗНО 2021 з біології». URL: <https://www.youtube.com/watch?v=9VzlfSQgk1w> (дата звернення: 14.06.2021).
* Ютуб канал освітнього проєкту iLearn. Вебінар «Генетичний апарат клітини. Розв'язок задач з молекулярної біології. ЗНО 2021 з біології». URL: <https://www.youtube.com/watch?v=dDgvatXDQJI> (дата звернення: 14.06.2021).

Акцентуємо увагу, що І.В. Барна в збірнику задач, окрім короткого теоретичного матеріалу, прикладів задач та їх розв’язання, пропонує до використання словник основних біологічних термінів та різноманітні додатки, які можна запропонувати учням до опрацювання та використання.

Наводимо приклади окремих типових задач з молекулярної біології [2].

1. Гемоглобін крові людини містить 0,34% Феруму (Fe). Визначте відносну молекулярну масу гемоглобіну [2].

Дано: Розв’язок

ω (Fe)=0,34%

Mr (гемоглобін) ?

Відповідь: Відносна молекулярна маса гемоглобіну становить 16471.

2. Молекулярна маса пепсину 35500 дальтон. Яка довжина первинної структури цього білка? [2]

Дано: Розв’язок

М(пепсину) = 35500 дальтон; 1. Визначаємо кількість амінокислотних

М(сер.амін-т.) = 110 дальтон ланок:

la = 0.35 нм

l(первинної структури білка

пепсину) - ? 2. Визначаємо довжину первинної

структури пепсину:



Відповідь: довжина первинної структури пепсину 113,05 нм.

3. 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:

6) Яка довжина цього фрагмента ДНК у нанометрах?

в) Визначте масові частки нуклеотидів у даному фрагменті ДНК? [2]

Розв’язок

1. Згідно з принципом компліментарності, запишемо схему дволанцюгової ДНК:

-А-А-Г-Т-Ц-Т-А-Ц-Г-Т-А-Т

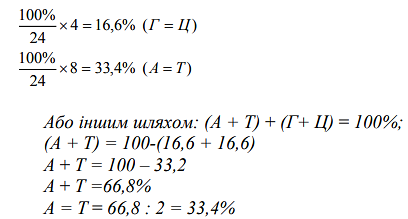
-Т-Т-Ц-А-Г-А-Т-Г-Ц-А-Т-А

2. Кожний нуклеотид має довжину 0,34 нм. Довжина дволанцюгового фрагмента дорівнює довжині одного ланцюга. У фрагменті 12 пар нуклеотидів. Отже довжина фрагмента:

0,34х 12 = 4,08 (нм).

3. Визначаємо кількість нуклеотидів у ДНК (всього у 2 ланцюгах – 24 нуклеотида)



4. Визначаємо масові частки нуклеотидів:

Відповідь: а) Схема ДНК: б) (ДНК) = 4,08 нм.; в) А = 33,4%; Т = 33,4%; Г = 16,6%; Ц = 16,6%.

4. 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? [2]

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 х 3 = 840 нуклеотидів.

3. Молекулярна маса гена (який складається з двох ланцюгів ДНК) дорівнює: 345 а.о.м. х 840 х 2 = 579 600 а.о.м.

4. Довжина гена дорівнює довжині одного з його ланцюгів: 0,34 х 840 = 285,6 (нм).

5. Порівняємо масу гена і масу поліпептиду:

579 600 а.о.м.: 28 000 а.о.м. = 20,7, тобто ген більш як у 20 разів важчий за білок.

Розв’язування задач з генетики дає змогу на конкретних прикладах схрещування організмів розібратися в тому, як успадковуються ознаки, у яких випадках вони виявляють себе в фенотипі. Під час розв’язування генетичних задач зазвичай проводять генетичний аналіз батьків і нащадків; установлюють 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) [2]:

1) визначення фенотипів нащадків за генотипами батьків;

2) установлення генотипів батьків за фенотипами нащадків [2].

Розв’язок задач записують у вигляді генетичних схем, з використанням латинських літер для умовних позначень:

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

2) х – знак схрещування між батьківськими генотипами;

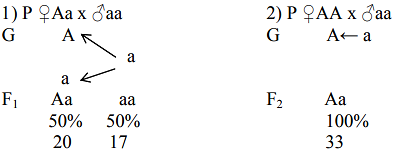
3) Р – гібридні покоління, цифровий індекс відповідає порядковому номеру гібридного покоління (F1 – перше покоління, F2 – друге покоління);

Наводимо приклади окремих типових задач з генетики [2].

1. Дві чорні самки миші схрещувались з коричневим самцем. Одна самка за декілька раз народила 20 чорних і 17 коричневих потемків, друга – 33 чорних. Визначить генотип батьків і потомства[2].

Дано:

А – чорне забарвлення мишей, Розв’язок

а – коричне забарвлення митей;

АА – чорне забарвлення мишей:

Аа – чорне забарвлення мишей;

аа – коричне забарвлення мишей.

Р – ?

F1 – ?

Відповідь: Самець гомозиготний рецесивний (аа). Перша самка гетерозиготна (Аа), її 20 чорних потомків гетерозиготні (Аа), 17 коричневих – гомозиготні рецесивні (аа). Друга самка – гомозиготна домінантна (АА), її 30 потомків – гетерозиготні (Аа).

2. 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? [2]

Методика розв’язання: Як видно з умови задачі, маємо справу з двома ознаками – кольором і формою зернівок, які контролюються двома парами алельних генів. Позначимо ці пари відповідними літерами (А) і (В). 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.

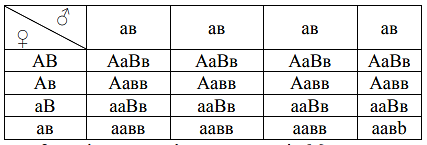
Р ♀ ААВВ х ♂ аавв

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:

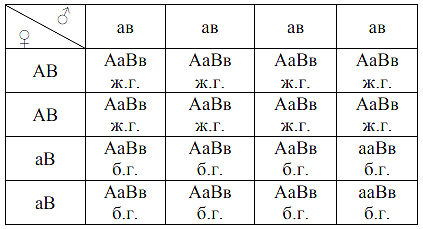
Р ♀ АаВв х ♂ аавв

Жіночі гамети при цьому типі схрещування будуть 4 типів: АВ, Ав, аВ, ав. Решітка Пеннета буде вже на 16 клітин, оскільки кожна з батьківських форм утворює по 4 типи гамет (4x4 = 16), а не по 2, як при моногибридному схрещуванні. У результаті цього схрещування ми дістали 4 різні фенотипи у співвідношенні 1:1:1:1. Це рослини з забарвленими гладенькими зернівками, забарвленими зморшкуватими, білими гладенькими і білими зморшкуватими.

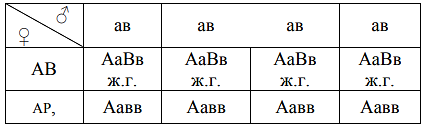
F1

2) Є ще 2 варіанти розв’язання задачі. Материнська рослина з домінантними ознаками могла бути гетерозиготною за однією ознакою і гомозиготною – за іншою. Це АаВВ і ААВв.

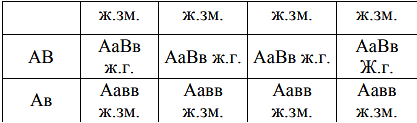
а) Р ♀ АаВВ х ♂ аавв

F1

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

б) Р ♀ ААВв х ♂ аавв

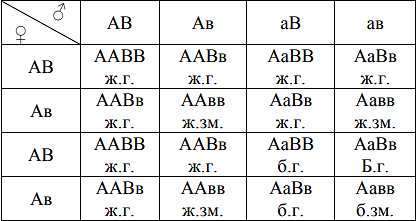
F1



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

3) Схрещуємо дві гибридні гетерозиготні за обома ознаками рослини:

Р ♀ АаВв х ♂ АаВв

F2

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

3. Рецесивний ген гемофілії (h) міститься в Х-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)? [2]

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 ХhY. Мати здорова і в роду її гемофілії не було, отже її генотип XHXH. Генотип дівчини ХНХh (Х-хромосому з рецесивним геном гемофілії вона отримала від свого батька).

Схема схрещування:

Р ♀ ХНХH х ♂ ХhY

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ♂  ♀ | Хh | Y |
| ХН | ХН Хh | ХН Y |

Побудуємо решітку Пеннета, розпишемо гамети і проведемо схрещування:

Усі дівчата – здорові, але вони будуть носіями гена гемофілії. Усі хлопчики будуть здорові. Ген (h) у гомозиготному стані спричиняє летальний ефект. Дівчатка ХhХh – гинуть ще ембріонами. Тому жінок-гемофіліків практично не буває. Аналогічний характер успадкування мають рецесивні гени дальтонізму та інші, які можуть також міститься в Х-хромосомі.

Отже, одним з найважливіших факторів, що забезпечують засвоєння учнями матеріалу з біології, є вміння розв’язувати біологічні задачі. Воно є об’єктивним критерієм оцінки глибини засвоєння матеріалу. Практичне застосування здобутих теоретичних знань під час розв’язування біологічних задач сприяє розвиткові логічного мислення, творчому, аналітичному підходу до вирішення різних проблем, що особливо важливо для тих, хто в майбутньому готується працювати в галузі медицини, екології, біології, біотехнології.

Список використаних джерел

1. Барна І.В. Загальна біологія: збірник задач. Тернопіль: Вид-во: Підручники і посібники, 2015. 736 с.

2. Карташова І.І. Біологічна задача: зміст, розв’язання, методика використання: навч.-метод. посіб. Херсон: ПП. Вишемирський В.С., 2015. 104 с. URL: <https://bitly.su/i7ec8Hzi> (дата звернення: 14.06.2021).

3. Князева О.В. Біологічні задачі: теорія і практика. Книга для вчителя. Київ: СПДФО, 2008. 100 с. URL: <http://biology.civicua.org/files/Bio_book_net.pdf> (дата звернення: 14.06.2021).

4. Овчиніков С.О. Збірник задач і вправ із загальної біології: навч. посіб. Київ: Генеза, 2000. 152 с.

Методист з біології, екології, природознавства

та основ здоров’я навчально-методичного відділу

координації освітньої діяльності та професійного

розвитку КЗ СОІППО М.В. Кісільова

Підпис наявний в оригіналі