

ПРИМЕРНИ ЗАДАЧИ ЗА ВТОРИЯ ЕТАП НА УЧЕНИЧЕСКОТО СЪСТЕЗАНИЕ „ПЪТЕШЕСТВИЕ В БИОЛОГИЯТА”, 25. 03. 2023 Г.

I. КРАТКО ОПИСАНИЕ НА ТИПОВЕТЕ УЧЕБНИ ЗАДАЧИ

Учебните задачи за втория отборен етап на състезанието са практически-ориентирани и са съставени върху учебното съдържание, изучавано в обучението по учебния предмет „Биология и здравно образование” 9. – 12. клас (общообразователна и профилирана подготовка). Основа за конструиране на задачите са теоретичните знания (понятия, закони, закономерности, хипотези, теории), които са регламентирани в учебните програми по предмета и съответстват на различни области на биологичните науки – клетъчна и молекулярна биология, биохимия, микробиология, генетика, ембриология, екология, еволюция и др.

За решаването на задачите от учениците се изисква не само да владеят конкретни биологични знания, но и да могат да ги прилагат в разнообразен контекст, за което се очаква те да притежават съответни интелектуални и практически умения, заложиени в стандартите за общообразователна и профилирана подготовка по учебния предмет: да прилагат правила, закони, закономерности или алгоритми в описани ситуации, да моделират биологични структури, процеси или явления по дадени признаци, да формулират изследователски въпрос и хипотеза, да планират и осъществяват научен експеримент по предоставен набор от материали и/или процедури, да тълкуват данни от извършен експеримент или наблюдение, в т.ч. микроскопско, да оценяват аргументирано валидността на направени изводи, да използват информация и знания интерактивно (чрез работа в екип) и др.

Практическите задачи, включени във втория етап на състезанието, са групирани в **три типа**, според водещия акцент, поставен в изискването (търсеното) на задачата:

1. Задачи, изискващи конструиране на модели на биологични структури, процеси или явления (вж. по-долу Пример 1). Този тип задачи изискват от учениците да изградят по съществени признаци модели на биологични системи и структури с различно ниво на организация (от молекулно и клетъчно до биосферно), както и на процеси или явления, протичащи в дадена система (напр. транспорт на вещества през клетъчната мембрана, пренос и реализация на генетичната информация и др.). Основните средства, предвидени за изграждане на моделите, са графични и материални (главно снимки и графични изображения, предоставени на хартия). В част от задачите, съставянето на конкретен модел изисква предварително математическо изчисление на определени параметри (напр. на количествен състав на нуклеотиди в даден фрагмент от полинуклеотидна верига и др.). В други от задачите, моделирането е обвързано с изграждане на прогноза от учениците за възможни промени в състоянието на дадена система или в хода на даден процес под влияние на различни фактори (напр. промени в състоянието на популацията или биоценоза под влияние на екологични фактори и др.).

2. Ситуационни задачи, изискващи анализ и решаване на казуси от областта на генетиката, клетъчната и молекулярната биология (вж. по-долу Примери 2 и 3). Тези задачи изискват анализ на конкретна ситуация, взета от клиничната практика, научно-изследователската дейност или много близка до реалния живот. Въз основа на информацията в описания случай, учениците трябва да установят характера на унаследяване на даден признак (или признаци), да определят вероятността за поява на определен фенотип и генотип в потомството или по даден фенотип да определят генотипа на индивидите. Поради вероятностния характер на унаследяване на признаците, при някои от генетичните казуси е възможен повече от един вариант на

решение. Част от задачите включват разпознаване на видове мутации (геномни, хромозомни, генни) по предоставена информация (напр. фрагмент от ДНК, иРНК или белтък в норма и след мутация). Други от казусите изискват определяне на генотипове и тип унаследяване на дадени признаци по схематично представено родословно дърво, установяване на бащинство по предоставени данни от ДНК-анализ и др. За изпълнение на задачите от тази група е необходимо използване на общоприетата в генетиката и в молекулярната биология символика.

3. Задачи, изискващи планиране и извършване на лабораторно изследване (вж. по-долу Пример 4). Този тип задачи изискват организиране и извършване на реален лабораторен експеримент или микроскопско наблюдение от учениците. За всяка задача е предоставена допълнителна информация, набор от материали, реактиви и апарати, необходими за извършване на изследването, както и частични указания за хода на експерименталната работа. В доминиращата част от задачите, учениците трябва да планират лабораторен експеримент като формулират въпрос и хипотеза на изследването, изберат подходящи средства и процедури за опитна проверка на хипотезата, преценят кои величини да променят и кои да останат непроменени, а след отчитане на получените резултати, трябва да аргументират доколко валидни и надеждни са заключенията от изследването. За успешното изпълнение на тези задачи, са необходими базисни умения на учениците за лабораторна работа – умения за микроскопско наблюдение, за изготвяне на нетраен микроскопски препарат, за схематично представяне на наблюдаван обект с рисунка, за работа с основни лабораторни прибори при извършване на опит (напр. пипетиране, филтруване и др.). Освен посочения тук пример, учителите могат да използват за подготовката на своите ученици учебните задачи, които са предвидени за лабораторни упражнения и са включени в повечето учебници по „Биология и здравно образование” 9.-12. клас.

II. ПРИМЕРИ НА ПРАКТИЧЕСКИ ЗАДАЧИ ОТ ТРИТЕ ТИПА С РЕШЕНИЯ КЪМ ТЯХ

Пример 1. Ученици от 10-ти клас имали задача да представят модел на хранителна мрежа, илюстрираща разнообразните трофични взаимоотношения в една горска биоценоза. Те открили в Интернет изображения на различни организми, обитаващи горски биоценози, но без обозначения и подробна информация за взаимоотношенията между организмите. В ролята на експерти по екология, като се основават на знанията си за състава и структурата на биоценозата, помогнете на учениците да решат как да използват тези изображения, за да изпълнят поставената задача.

А/ Конструирайте модел на хранителна мрежа в една горска биоценоза, като използвате всички организми, илюстрирани със снимков материал (вж. фиг. 1). Всяка от снимките, означаваща даден вид организми, монтирайте върху по-голям лист (постер), като ги подредите в зависимост от трофичните взаимоотношения, които съществуват между посочените организми. Означете със стрелки посоката на пренос на хранителните вещества в биоценозата.

Б/ Определете трофичните звена в съставената хранителна мрежа и направете предположение коя от популациите на посочените видове организми изглежда най-стабилна в тази биоценоза.

Фиг. 1. Видове организми, обитаващи една горска биоценоза (всеки от посочените организми е представен на отделна снимка)

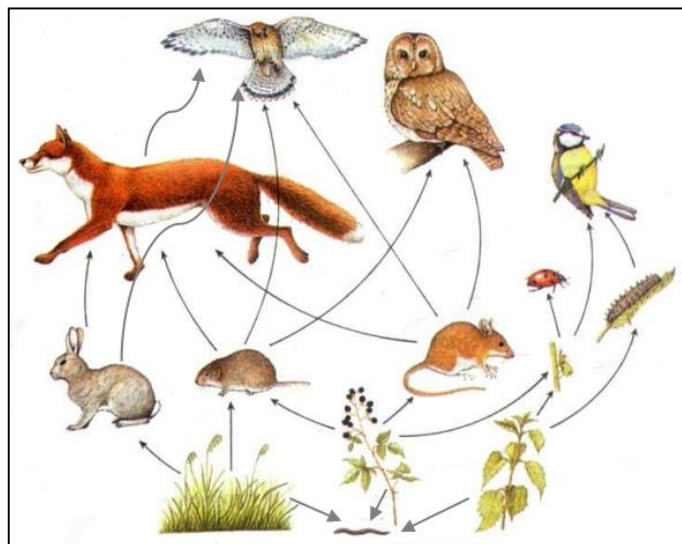


Решение:

А/ Изграденият модел на хранителна мрежа е представен на фиг. 2 по-долу. Със стрелки е означена посоката на пренос на хранителните вещества в биоценозата.

Б/ Трофични звена в хранителната мрежа: продуценти – трева, къпина, храстово растение; консументи 1 ред – заек, обикновена полска мишка (полевка), горска мишка, скакалец, гъсеница; консументи 2 ред – калинка, синигер, лисица, сова, ястреб; консументи 3 ред – ястреб; редуценти – червей. Може да се предположи, че най-стабилна (в рамките на тази хранителна мрежа) изглежда популацията на ястреба, тъй като има най-много преки хранителни източници (заек, горска мишка, полевка и лисица); при намаляване на някой от тях, ястребът може да се пренасочи към друг източник на храна.

Фиг. 2. Модел на хранителна мрежа в горска биоценоза



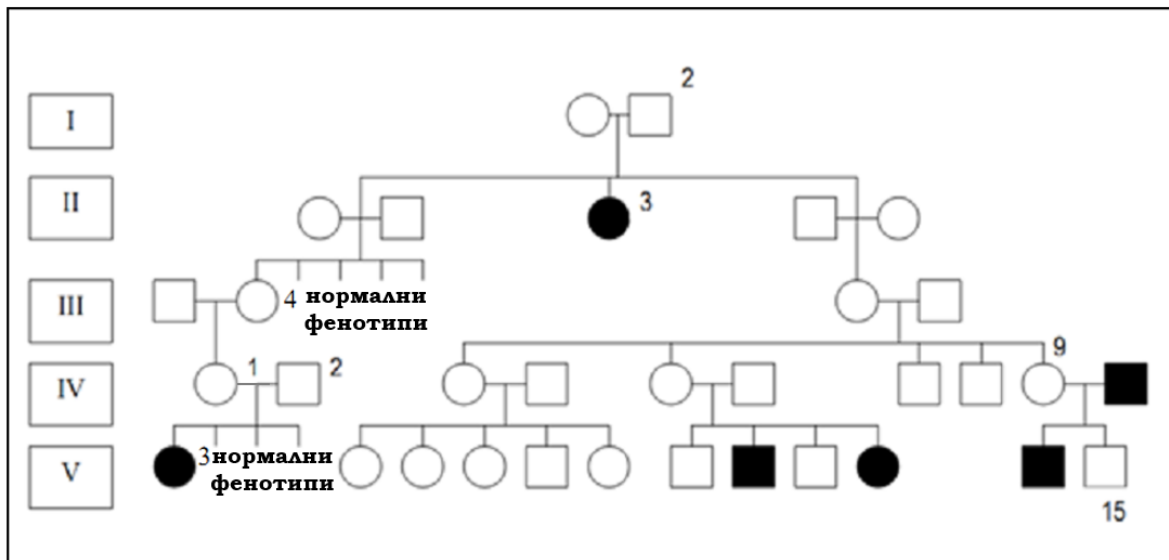
Пример 2. Когато не може да се използва хибридологичен анализ (например при малобройно потомство), учените прилагат генеалогичен метод – съставят родословно дърво и извършват генетичен анализ на няколко поколения родственици. Чрез този метод, генетиците изследват природата на даден белег (наследствена или ненаследствена), както и типа, по който се унаследява даден признак или заболяване

(доминантен, рецесивен, автозомен, свързан с пола). На схемата е илюстрирано родословието на едно семейство, в което се среща албинизъм (маркиран с тъмен цвят).

Анализирайте информацията, която се съдържа в представеното родословно дърво (вж. схемата по-долу) и определете:

А/ Възможните генотипове на посочените индивиди (I-2, II-3, IV-1, IV-2, IV-9 и V-15), където с римски цифри са означени поколенията, а с арабски – индивидите в съответните поколения.

Б/ Типа на унаследяването на албинизма.



Решение:

А/ Генотиповете на посочените индивиди са:

I-2 Aa; II-3 aa; IV-1 Aa; IV-2 Aa; IV-9 Aa; V-15 Aa

Б/ Унаследяването е от автозомно-рецесивен тип. Аргументация: Двамата родители са хетерозиготни – носят по един мутантен алел, който обаче е рецесивен и не се проявява във фенотипа им, поради наличието на доминантен алел, отговарящ за изявата на нормалния фенотип. Когато тези два мутантни алела попаднат в общ генотип в някое от децата им, тогава се наблюдава фенотипна изява на мутантния ген (в случаите с черни кръгчета и квадратчета). Този ген е разположен върху автозома, което е причина унаследяването му да не зависи от пола на индивидите – проявява се в потомството и от мъжки и от женски пол.

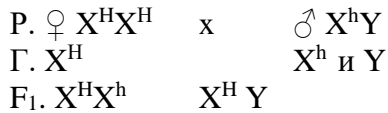
Пример 3. Хемофилията е заболяване, при което е нарушено кръвосъсирването. Най-разпространен е класическия тип хемофилия А, свързана с недостиг на кръвосъсирващ фактор VIII. По-рядко срещана е хемофилия Б, предизвикана от недостиг на фактор IX. И в двата случая, хемофилията се унаследява като рецесивно, свързано с X-хромозомата заболяване, предизвикано от генни мутации в X- хромозомата.

Ситуация: Мъж, който е болен от хемофилия, сключва брак с жена, която има нормално съсирване на кръвта. В семейството се раждат здрави дъщери и синове, които встъпват в брак с лица, които не страдат от хемофилия.

Каква е вероятността да се родят страдащи от хемофилия деца в семействата на дъщерите и на синовете?

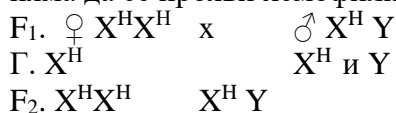
Решение:

Според условието, генотипът на болния мъж лесно може да бъде определен – X^hY , поради рецесивния тип унаследяване, свързано с X- хромозомата. Тъй като жената не страда от хемофилия, тя задължително трябва да има доминантен алел на гена, определящ нормалното съсирване на кръвта – X^H . Вторият алел на този ген е също доминантен (X^H), в противен случай децата биха били болни от хемофилия. Следователно, генотипът на жената е X^HX^H . Възможните генотипове на децата от този брак са дадени по-долу.

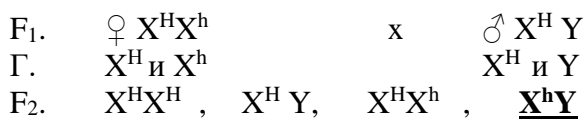


Всички момчета ще бъдат здрави, а всички момичета ще са хетерозиготни и ще носят рецесивния алел на гена за хемофилия (h).

Да допуснем (първо допускане), че всички момчета от F_1 (X^HY) впоследствие сключат брак със здрави по гена за хемофилия жени (X^HX^H). Тогава при внуците в тази фамилия няма да се прояви хемофилия:



Да допуснем (второ допускане), че дъщерите от F_1 с генотип X^HX^h , встъпят в брак със здрави мъже (X^HY). Вероятността за проява на хемофилия при внуците в същата фамилия е $1/4$, или 25%, както е показано в схемата по-долу:



Пример 4. Доказване на наличието на белтъци в биологични проби чрез качествени цветни реакции.

Информация: В лабораторната практика често се използват качествени реакции, за да се установи наличието на белтъци в живи тъкани и хранителни продукти. Една от тези реакции е биуретовата, получила названието си от производното на карбамида – биурет. В алкална среда, в присъствието на Cu^{2+} йони, всички вещества, съдържащи пептидни групи, дават синьо-виолетово или червено-виолетово оцветяване, което се дължи на образувания се медно-биуретов комплекс.

Планирайте и извършете експеримент, чрез който да определите коя (кои) от предоставените ви пет проби в епруветките съдържа(т) белтък.

За експеримента разполагате със следните материали и реактиви: 5% разтвор на $CuSO_4$, 10% разтвор на $NaOH$, изследвани проби в епруветки, номерирани с № 1 до № 4, пипета, дестилирана вода, статив с епруветки.

За провеждане на експеримента, са посочени частични указания по хода на изследването. Прочетете и следвайте тези указания, а след завършване на изследването, отговорете на въпросите:

А/ В коя (кои) от епруветките с пробите се съдържат белтъци?

Б/ Как ще обясните получените резултати и формулираните изводи? (В обяснението си представете устно основния въпрос и хипотезата на изследването, опишете действията за опитна проверка на хипотезата и аргументирайте надеждността на изводите).

Указания по хода на изследването:

1. В 5 епруветки се поставят (с пипета) по 5 мл от изследваните проби;
2. Биуретовата реакция изисква внимателно прибавяне (с пипета) на 2 мл 10% разтвор на NaOH към изследваните проби, след което към всяка от тях се добавят по 1-2 капки 5% разтвор на CuSO_4 ;
3. След прибавяне на реактивите, епруветките внимателно се разклащат;
4. Избягва се прибавянето на допълнително количество разтвор на CuSO_4 , тъй като синият цвят, получен от образувалия се $\text{Cu}(\text{OH})_2$, може да замаскира характерното оцветяване при биуретовата реакция.

Забел. Пробите, които учениците ще тестват с Биуретова реакция само са номерирани с цифри. Пробите в епруветките могат да съдържат например: 1. белтъчен разтвор (разтвор на яйчен белтък), 2. прясно мляко; 3. разтвор на захароза; 4. натурален сок от ябълка, 5. вода.

Решение:

А/ Само в епруветките, които съдържат р-р на яйчен белтък и прясно мляко, се установява наличие на белтъци, за което се съди по промяната в оцветяването на пробите при Биуретовата реакция – от поупрозрачно или белезникаво до червено-виолетово (Препоръчва се учениците да отбеляват точно получените резултати за всяка от пробите).

Б/ Примерна хипотеза и възможно обяснение на резултатите от изследването: Допуска се, че разтворът, съдържащ белтък ще дава червено-виолетово оцветяване при Биуретовата реакция. Въпросът е коя от пробите съдържа белтък. За проверка на хипотезата, към всяка от пробите (от 1-ва до 5-та) съгласно дадените указания, се прибавя по 2 мл 10% разтвор на NaOH и по 1-2 капки 5 % разтвор на CuSO_4 . Следи се за промяна на оцветяването във всяка от епруветките. Появата на червено-виолетово оцветяване е индикатор за наличието на белтъци. Оцветяването се дължи на комплексно съединение, което се образува между медните йони (Cu^{2+}) и азотните атоми на пептидно- свързаните аминокрупи ($-\text{CO}-\text{NH}-$) в алкална среда, в присъствието на медни соли.

III. ДОПЪЛНИТЕЛНИ УКАЗАНИЯ ЗА ПРОТИЧАНЕ НА ВТОРИЯ ПРАКТИЧЕСКИ ЕТАП НА СЪСТЕЗАНИЕТО.

Съгласно регламента на ученическото състезание, **ВСЕКИ ЕКИП, СЪСТАВЕН ОТ ПО ТРИМА УЧЕНИЦИ РЕШАВА ПО ТРИ ПРАКТИЧЕСКИ ЗАДАЧИ ЗА ДВА АСТРОНОМИЧНИ ЧАСА.** Решенията на задачите се представят пред публика и пред комисия, която оценява работата на отборите. Оценяването и класирането на отборите се извършва от комисия по критериите, описани в регламента на състезанието.

По време на официалното представяне на резултатите, **ВСЕКИ ЕДИН УЧАСТНИК в отбора трябва ДА ПРЕДСТАВИ РЕШЕНИЕТО НА ЕДНА ОТ ТРИТЕ ЗАДАЧИ.** Не се допуска един и същ ученик в отбора да представя решението на повече от една от задачите. Всеки от състезателите трябва да представи **решението на една задача за НЕ ПОВЕЧЕ ОТ 3 (ТРИ) МИНУТИ.** Формата за представяне на решението се избира от ученическия отбор, в зависимост от съдържанието на практическата задача.