**Тема 3. *Моногібридне схрещування. I та II закони Менделя.***

**Завдання 1. Дати визначення термінам та зв’язати їх у опорно-логічну або асоціативну схему(и).**

Ген

Генотип

Геном

Генофонд

Геноцид

Фенотип

Алель

Гени діалельні та поліалельні

Множинний алелізм

Гомозигота, гетерозигота, гемізигота

Чиста лінія, сорт, порода

Локус гена

Експресія гена

Взаємодія алельних генів: повне домінування, неповне домінування, кодомінування

Плейотропія

Летальна дія гену

Пенетрантність

**☝** При оформленні задач використовується спеціальна символіка:

1. × – схрещування;
2. ♀ (дзеркало богині Венери) – жіноча особина, або материнський організм;
3. ♂ (щит і спис бога війни Марса) – чоловіча особина, або батьківський організм;
4. Р (від латинського *parentes* – батьки) – вихідні батьківські форми;
5. F (від латинського *filii* – діти) – нащадки;
6. *F1*, *F2*, *F3* – індекс, що відповідає номеру гібридного покоління.

**Завдання 2. *Розв’язати наступні задачі (на повне та неповне домінування)***

1. У томатів ген, який обумовлює червоне забарвлення плодів, домінує над геном жовтого забарвлення. Якого кольору виявляться плоди в рослин, отриманих від схрещування гомозиготних червоноплідних рослин з жовтоплідними? Які плоди будуть в *F2*? Перерахуйте всі форми, які можуть виявитися від схрещування одного з червоноплідних представників *F2* з *F1*. Що вийде від схрещування між собою жовтоплідних представників *F2*?
2. При схрещуванні рослин бавовнику, які мають цілісні листки, з рослинами із розсіченими листками, було отримано 105 рослин, листки яких виявилися неповно розсіченими. В другому поколінні 189 рослин мали неповно розсічені листки, 81 – розсічені та 95 – цілісні. Поясніть розщеплення. Що вийде, якщо рослини *F1* схрестити з вихідними батьківськими рослинами?

**Завдання 3. *Розв’язати наступні задачі (на кодомінування та множинний алелізм)***

1. Група крові системи АВ0 визначається одним геном, який існує в трьох алельних станах – *i0*, *IA*, *IB*. Алелі *IA* та *IB* домінують над *i0* і виступають *кодомінантними* по відношенню один до одного в гетерозиготах, тобто кожен з цих алелів проявляється у фенотипі. Індивідууми з генотипом *i0i0* мають першу (або нульову) групу крові (позначається І або 0). В індивідуумів із генотипом *IAIA* та *IAi0* – друга група крові, або група А (позначається ІІ або А). Генотип *IBIB* та *IBi0* відповідає третій групі, або групі В (позначається ІІІ або В). Люди з генотипом *IAIB* належать до четвертої групи, або групи АВ (позначається ІV або АВ). У людей на мембранах еритроцитів відповідно до їхньої групи крові є білкові аглютиногени А та В, їхнє сполучення АВ або вони взагалі відсутні.

В пологовому будинку в одну ніч народилося чотири немовляти з групами крові 0, А, В і АВ. Групи крові чотирьох батьківських пар були: I пара – 0 і 0; II пара – АВ і 0; III пара – А та В; IV пара – В і В. Чотирьох немовлят можна з повною достовірністю розподілити між батьківськими парами. Як це зробити? Які генотипи всіх батьків і дітей?

1. Належність людини до групи крові системи MN визначається аутосомним геном *L*, який існує у двох кодомінантних алельних станах *LM* та *LN*. Кожен з алелів відповідає за вироблення відповідного еритроцитарного фактора: *LM* – М (група крові М), *LN* – N (група крові N). У гетерозигот за геном *L* на еритроцитах виявляються обидва фактори – група крові MN.

Якщо батьки мають групи крові М та N, то які групи крові можуть мати їх діти? Дайте аргументовану відповідь.

1. В локусі *white* дрозофіли відома серія множинних алелів, яка визначає забарвлення очей від темно-червоного до білого кольору, причому кожен попередній алель по мірі зниження інтенсивності забарвлення повно домінує над наступними. Наводимо частину цієї серії алелів: *w+* (червоне забарвлення очей) *wsh* (вишневе) > *wbl* (кроваве) > *wco*(коралове) > *wa*  (абрикосове) > *wbf*(руде або кольору шкіри буйвола) > *w* (біле). Скільки різноманітних генотипів та фенотипів може бути за участі цих алелів?
2. У кішок є серія множинних алелів за геном *С*, який визначає забарвлення хутра: *С* – дикий тип, *сB* – сіамські кішки (кре­мові з чорними вухами та чорними лапками), *с* – білі кішки з червоними очима (альбіноси). Кожен з алелів повно домінує над наступними *(С* > *сB* > *с*). Від схрещування сірої кішки з сіамським котом народилися два кошеняти: сіамський та альбінос. Які ще фенотипи могли б виникнути в цьому схрещуванні? Якого розщеплення можна очікувати серед нащадків від схрещування даного сіамського кота з білою червоноокою кішкою?

**Завдання 4. *Розв’язати наступні задачі (на плейотропію та пенетрантність)***

1. Від схрещування сріблясто-соболиного самця норки з нормальними темними самицями отримали в потомстві 345 сріблясто-соболиних і 325 темних норок. Величина посліду складала в середньому 5,11 цуценят. При схрещуванні сріблясто-соболиних норок між собою було отримано 196 сріблясто-соболиних і 93 темних при середній величині посліду 3,65 цуценят. Поясніть результати схрещувань, визначте генотипи батьків і нащадків.
2. Ген платинового забарвлення хутра лисиці домінує над геном сріблястого забарвлення та є летальним у гомозиготі. На звірофермі живуть платинові та сріблясті лисиці. Як проводити схрещування, щоб отримати максимальну кількість особин із платиновим забарвленням і запобігти загибелі цуценят?
3. Вроджений цукровий діабет обумовлений рецесивним аутосомним геном *d* з пенетрантністю у жінок – 90%, у чоловіків – 70%. Визначте вірогідність народження здорових та хворих дітей в родині, де обидва батьки є гетерозиготними носіями цього гена.

**Завдання 5. *Завдання до самостійної роботи***

1. При схрещуванні рослин гороху з зеленим та білувато-жовтим (бежевим) насінням в *F1* все насіння виявилося з зеленим забарвленням сім’ядоль, а в другому поколінні приблизно ¾ насіння мали зелене, а ¼ – бежеве забарвлення сім’ядоль. Поясніть результати схрещувань та напишіть генотипи батьківських форм, а також гібридів першого та другого поколінь.
2. Дві чорні самиці миші схрещувалися з коричневим самцем. Одна самиця в декількох послідах дала 20 чорних та 17 коричневих нащадків, а інша – в цілому 33 чорних. Визначте генотипи батьків та нащадків.
3. Чорна кішка з білими плямами на шиї та на животі (*Ss*) схрещується з таким же за фенотипом котом однакового з нею генотипу. Яка вірогідність народження у цієї пари чорного кошеняти без плям на тілі (*ss*)?
4. Безхвостість у курей може бути обумовлена домінантним геном *Fl*, але може бути також індукованою: а) різкою зміною температури інкубації протягом першого тижня; б) сильним струшуванням яєць перед інкубацією та в) ін’єкцією інсуліну перед інкубацією. До моменту відкладення яєць ембріони вже розвивалися протягом майже 24 години. Чи будуть фенокопії, отримані внаслідок вищезазначених впливів передавати ознаку безхвостості своїм нащадкам так, як передають його особини, які несуть ген *Fl*?
5. Селекціонер отримав 1000 насінин томатів. 282 рослини, які виросли з цього насіння, виявилися карликовими, а інші – нормальної висоти. Визначте характер успадкування висоти рослини, а також фенотипи та генотипи рослин, з яких зібране це насіння.
6. У нічної красуні червоне забарвлення квіток (*А*) неповно домінує над білим (*а*), забарвлення гетерозиготних рослин рожеве. Яким буде забарвлення квіток серед нащадків від наступних схрещувань: рожева × рожева, червона × рожева, біла × рожева, біла × біла? Яким чином можна досягнути того, аби отримані від схрещування рослини мали лише рожеві квітки?
7. При схрещуванні забарвлених (фіолетові сходи від наявності антоціану) рослин жита з незабарвленими рослинами (зелені сходи внаслідок відсутності антоціану) в *F2* було отримано 4584 забарвлені та 1501 зелена рослина. Поясните розщеплення. Визначите генотипи вихідних рослин. Який фенотип мали рослини *F1*?
8. Комолість у великої рогатої худоби домінує над рогатістю. Комолий бик схрещений з трьома коровами. Від схрещування з рогатою коровою (1) отримане рогате теля, від схрещування з рогатою коровою (2) отримане комоле теля і від схрещування з комолою коровою (3) отримане рогате теля. Які найвірогідніші генотипи всіх батьківських особин і яких нащадків можна чекати надалі від кожного з цих схрещувань?
9. В чотирьох схрещуваннях коропів, які мають черевний плавник, з коропами без цього плавника були отримані наступні результати:
10. 96 з плавником, 101 без плавника; 2) 118 з плавником; 3) 20 з плавником; 4) 45 з плавником, 39 без плавника. Як успадковується ознака? Визначте генотипи всіх риб, які були використані в схрещуваннях. Яке схрещування треба поставити для перевірки Вашого припущення та які результати Ви очікуєте отримати?
11. Блакитноокий чоловік, обидва батьки якого мали карі очі, одружився з кароокою жінкою, батько якої мав карі, а мати – блакитні очі. Від цього шлюбу народилася блакитноока дитина. Які найбільш вірогідні генотипи всіх згаданих особин, якщо ознака контролюється одним геном? Яка вірогідність народження в цій родині кароокої дитини?
12. У людини вміння володіти переважно правою рукою домінує над вмінням володіти переважно лівою рукою. Чоловік правша, мати якого була шульгою, одружився на жінці-правші, яка мала трьох братів та сестру, двоє з яких – шульги. Визначте вірогідні генотипи чоловіка та жінки, а також вірогідність того, що діти, які народяться від цього шлюбу, будуть шульгами.
13. Руде волосся – рецесивна ознака, інший колір волосся – домінантна. При яких генотипах батьків імовірність народження дитини з рудим волоссям складає 50%?
14. Короткопалість домінує над нормальною довжиною пальців. У жінки – короткопалість (брахідактилія), а в чоловіка – нормальна довжина пальців. У матері та батька чоловіка – короткі пальці, у батьків жінки пальці були також короткими. Якою є ймовірність того, що в цієї пари будуть діти з нормальною довжиною пальців?
15. У родині в обох батьків природжена деформація зубів. Із трьох дітей тільки в однієї дитини нормальні зуби. Якою є ймовірність того, що в четвертої дитини будуть нормальні зуби?
16. Ген фертильності (у даному випадку здатності пилку до запліднення) волоті кукурудзи домінує над геном стерильності (у даному випадку одного з видів стерильності, який називають «ядерним»; стерильність, яка обумовлена іншими причинами, успадковується інакше). Яким буде пилок у кукурудзи, отриманої від схрещування гомозиготних рослин з фертильними та стерильними волотями? Що вийде від схрещування між собою таких гібридів? Який результат дасть зворотне схрещування рослин з батьківською формою, яка має волоті зі стерильним пилком?
17. У парку на клумбах ростуть садові ротики. Ця рослина – самозапильник. На одних клумбах квіти були червоними, на других – білими, а на третіх – рожевими. Для того щоб зберегти таке ж забарвлення клумб, з кожної зібрали насіння окремо та наступного року висіяли на тих же місцях. Ділянки з білими та червоними квітами дійсно залишилися такими, як і в минулому році, а ділянки, де раніше були рожеві квіти, стали різнобарвними. Там виявилися рожеві, червоні та білі квіти. Садівнику оголосили догану за те, що він переплутав насіння. Чи заслужив він нарікання?
18. Від схрещування рослин редису з овальними коренеплодами отримано 68 рослин із круглими, 130 з овальними й 71 з довгими коренеплодами. При схрещуванні рослин з довгими й овальними коренеплодами також відбулося розщеплення – 118 рослин з овальними й 122 з довгими коренеплодами. Нарешті, від схрещування рослин із круглими й овальними коренеплодами отримано 59 з круглими й 62 з овальними коренеплодами. Поясніть розщеплення. Як успадковується форма коренеплоду в редису? Визначите генотипи вихідних рослин в усіх схрещуваннях. Що вийде, якщо схрестити рослини з довгими й круглими коренеплодами?
19. Серповидноклітинна анемія – заміна нормального гемоглобіну А на S-гемоглобін, у результаті чого еритроцити набувають форми серпа в умовах зниженого вмісту кисню в атмосфері. Успадковується як не повністю домінантна аутосомна ознака. У гомозиготних індивідів захворювання призводить до загибелі в ранньому віці. Гетерозиготні люди життєздатні, їх виявляють, розмістивши краплю крові в газовому середовищі без кисню. Цікаво, що малярійний плазмодій не може використовувати для свого живлення S-гемоглобін, тому люди, які мають цю форму гемоглобіну, не хворіють на малярію. Найбільше розповсюдження цей ген має в країнах Середземномор’я.

Яка вірогідність народження стійких до малярії дітей в родині, де один з батьків гетерозиготний за геном серповидноклітинної анемії, а інший нормальний у відношенні цієї ознаки? Яка вірогідність народження чутливих до малярії дітей в родині, де обидва батьки стійкі до цієї хвороби?

1. У кролів є серія множинних алелів, яка визначає забарвлення шерсті. Ці алелі розташовуються в порядку домінування наступним чином: *С* (агуті) > *сch* (шиншила) > *ch* (гімалайський) > *c* (альбінос). Алель *С* повністю домінує над усіма алелями, *ch* – повністю домінує над *с*; алель *сch* неповністю домінує над *ch* та *c*, даючи світло-сіре забарвлення (світлий шиншила). Скільки може бути різних генотипів за участю перерахованих алелів? При схрещуванні кролика агуті зі світлим шиншила в *F1* отримали одного кролика агуті та двох – з гімалайським забарвленням. Які генотипи можуть бути у батьків та нащадків? Кролик з забарвленням шерсті агуті схрещується з 18 білими крільчихами. Отримано 48 кроленят із забарвленням агуті та 42 білих. Вкажіть можливі генотипи батьків.
2. У кроликів відомі наступні типи забарвлення: агуті, шиншила (сіра), світлий шиншила (світло-сіра), гімалайська та альбінос. Для визначення успадкування цих забарвлень були поставлені схрещування, результати яких наведені нижче:
3. при схрещуванні кроликів із забарвленням агуті з кроликами з будь-яким названим вище забарвленням в *F1* всі нащадки мали забарвлення агуті, а в *F2* від цих схрещувань спостерігалося розщеплення 3/4 агуті : 1/4 шиншила (або гімалайський, або альбінос, відповідно);
4. при схрещуванні кроликів шиншила з гімалайським або альбіносом в *F1* всі кроленята мають світло-сіре забарвлення, а в *F2* отримали розщеплення – 1/4 шиншила : 2/4 світло-сірих : 1/4 гімалайський або альбінос, відповідно.

Як це можна пояснити? Які генотипи вихідних кроликів у схрещуваннях? Який результат Ви очікуєте отримати від схрещування гімалайського кролика з альбіносом?

1. Селекціонер схрестив кроликів шиншилового забарвлення з гімалайськими. Все перше покоління було світло-сірим. Отримані гібриди схрещувалися між собою. При цьому було отримано 99 кроленят світло-сірого забарвлення, 48 гімалайських, 51 шиншилового забарвлення хутра. Визначте генотипи батьків і гібридів першого та другого покоління. В іншому досліді схрестили кроликів дикого забарвлення (агуті) з гімалайськими та отримали 81 кролика, з яких 41 з забарвленням дикого типу, 19 гімалайських та 21 альбінос. Визначте генотипи батьківських форм та їх нащадків.
2. У родині троє дітей: з ІV, ІІ та І групами крові. У батька ІІ група крові, у матері – ІІІ. Визначте генотипи батьків.
3. При схрещуванні між собою чорних мишей завжди отримують чорних нащадків. При схрещуванні між собою жовтих мишей одна третина потомства виявляється чорною, а дві третини – жовтою. Як це можна пояснити? Як можна перевірити правильність Вашого припущення тільки генетичними дослідами?
4. Серія аутосомних множинних алелів у мишей обумовлює наступні типи забарвлення волосяного покриву: *Аy* – жовте (у гомозиготному стані летальне); *Au* – агуті з білим черевом; *A+* – агуті з сірим черевом (дикий тип); *at* – чорне з рудувато-коричневим відтінком (із засмагою); *a* – агуті відсутнє; *ae* – крайня ступінь відсутності агуті (інтенсивно чорна). Кожен алель даної серії домінує над алелями, наступними за ним у вказаній вище послідовності, домінування повне. Яке співвідношення життєздатних генотипів очікується при наступних схрещуваннях:
5. жовте (*АyA+*) × жовте (*Аyat*);
6. жовте (*Аyat*) × жовте (*Аya*);
7. жовте (*Аya*) × агуті з сірим черевом (*A+a*)?

Якими повинні бути генотипи батьків, аби в їх послідах були:

а) мишенята дикого типу + чорні з засмагою + чорні;

б) жовті + дикого типу + інтенсивно чорні?

Скільки різних генотипів може бути отримано у миші за участі алелів даної серії та скільки з них буде життєздатних?

1. У лисиць платинове забарвлення обумовлюється домінантним аутосомним геном *Gp*. Нормальне сріблясто-чорне забарвлення хутра спостерігається при наявності алеля *g* в гомозиготному стані. Алель *Gp* володіє плейотропною дією та в гомозиготі є летальним. Грузинське забарвлення хутра спостерігається при наявності у лисиць також летального в гомозиготі алеля *Gg.* Компаунди *GpGg* – життєздатні, але мають дуже маленьку плодючість та проміжне між грузинським та платиновим забарвлення хутра. Життєздатність зигот складає: *gg* – 1;  *Ggg* – 0,8; *Gpg* – 0,8; *GpGg* – 0,5. Якого розщеплення можна теоретично очікувати серед нащадків від наступних схрещувань:
   1. самиця платинова × самець платиновий,
   2. самиця платинова × самець сріблясто-чорний,
   3. самиця грузинська × самець сріблясто-чорний,
   4. самиця грузинська × самець платиновий,
   5. самиця «компаунд» × самець «компаунд»,
   6. самиця платинова × самець «компаунд»?
2. У каракульських вівців ген сірого забарвлення шерсті домінує над геном чорного забарвлення. Від схрещування сірих каракульських вівців отримано 216 ягнят, з них 162 – сірих і 54 чорних. Ген сірого забарвлення хутра в гомозиготному стані спричиняє дефект шлунку, що призводить до загибелі ягнят, коли вони переходять на трав’яне харчування. Яка кількість нащадків може загинути? Як треба проводити схрещування, щоб отримати якомога більше сірих тварин і при цьому уникнути їхньої загибелі?
3. Одна порода курей відрізняється вкороченими ногами, такі кури не розривають городів. Ознака ця – домінантна. Ген, який її контролює, викликає одночасно також укорочення дзьоба. При цьому в гомозиготних курчат дзьоб такий малий, що вони не в змозі пробити яєчну шкаралупу і гинуть, не вилупившись з яйця. В інкубаторі господарства, яке розводить тільки коротконогих курей, отримано 3000 курчат. Скільки з них коротконогих? Дайте аргументовану відповідь.
4. Подагра визначається домінантним аутосомним геном. За деякими даними пенетрантність гена в гетерозиготному стані у чоловіків складає 20%, а у жінок практично дорівнює нулю. Яка вірогідність захворювання подагрою в дітей у родині гетерозиготних батьків? Яка вірогідність захворювання подагрою для дітей в родині, де один з батьків гетерозиготний, а інший нормальний за аналізованою ознакою?
5. За даними шведських генетиків деякі форми шизофренії успадковуються як домінантні аутосомні ознаки. При цьому в гомозигот пенетрантність дорівнює 100%, у гетерозигот – 20%. Визначте вірогідність народження хворих дітей у родині, де один з подружжя гетерозиготний, а інший нормальний у відношенні аналізованої ознаки. Визначте вірогідність народження хворих дітей у подружжя двох гетерозиготних батьків.
6. Арахнодактилія успадковується як домінантна аутосомна ознака з пенетрантністю 30%. Визначте вірогідність появи аномалії у дітей в родині, де обидва батьки гетерозиготні за даним геном та у них народилася одна дитина з арахнодактилією.
7. У людини один аутосомний домінантний плейотропний ген визначає блакитне забарвлення склери, ламкість кісток та глухоту. При цьому пенетрантність цих ознак різна, і складає по блакитній склері майже 100%, по ламкості кісток – 63%, глухоті – 60%.

Носій блакитної склери, нормальний у відношенні інших ознак синдрому, бере за дружину нормальну жінку, яка походить з нормальної за цим синдромом родини. Визначте вірогідність народження в цій родині глухих дітей з ознакою ламкості кісток.