

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
САДІВНИЦТВА**

Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Рябовол Л.О., Новак Ж.М.

**ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ПАНМІКТИЧНИХ
ПОПУЛЯЦІЙ**

*Теоретичні основи для проведення практичних занять з дисциплін
«Генетика», «Генетика кількісних ознак»
для студентів спеціальності 201 «Агрономія» напряму підготовки
„Селекція і генетика сільськогосподарських культур”*

Умань – 2022

УДК 575.17

Рецензенти: доктор с.-г. наук, С.П. Полторецький (Уманський НУС),
доктор с.-г. наук, О.І. Улянич (Уманський НУС)

Рябовол Л.О., Новак Ж.М.

Визначення структури панміктичних популяцій

Теоретичні основи для проведення практичних занять з дисциплін «Генетика», «Генетика кількісних ознак» для студентів спеціальності 201 «Агрономія» напряму підготовки „Селекція і генетика сільськогосподарських культур” вищих аграрних закладів освіти IV рівня акредитації. Умань: УНУС, 2022. 24с.

Рекомендовано до видання кафедрою генетики, селекції рослин та біотехнології УНУС (протокол засідання № 12 від 5 січня 2022 р.) та методичною комісією факультету Агрономії УНУС (протокол засідання № від 2022 р.)

ЗМІСТ

1. Особливості популяційної генетики	4
2. Генетичний поліморфізм	6
3. Добір	7
4. Закон Харді-Вайнберга	10
5. Висновки	15
6. Приклади вирішення задач	16
7. Задачі для самостійного розв'язку	18

1. ОСОБЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЙНОЇ ГЕНЕТИКИ

Популяційна генетика або генетика популяцій – розділ генетики, який вивчає генетичну структуру і динаміку популяцій, розподіл частот алелей і їх зміну під тиском рушійних сил еволюції: мутагенезу, природного відбору, дрейфу генів і міграції. Беруться до уваги також субпопуляційні структури і просторова структура популяції. Популяційна генетика намагається пояснити адаптацію і спеціалізацію. Вона є однією з основних складових синтетичної теорії еволюції. До формування популяційної генетики долучились такі вчені як С. Райт, Дж. Холдейн, Р. Фішер, С. С. Четверіков та інші. Ключові закономірності, що визначають частоти алелей у популяціях сформовані Г. Харді і В. Вайнбергом.

Характеристика популяції

Популяція – це сукупність особин одного виду, які тривалий час мешкають на певній території, вільно схрещуються між собою, мають загальне походження, певну генетичну структуру і, в тій чи іншій мірі, ізольовані від інших таких сукупностей цього виду.

Популяція не лише одиниця виду, форма його існування, але й одиниця еволюції.

В основі мікроеволюційних процесів, що завершуються видоутворенням, лежать генетичні перетворення в популяціях. З генетичної точки зору, популяція є відкритою системою, а вид – закритою. У загальній формі процес видоутворення зводиться до перетворення генетично відкритої системи в генетично закриту.

Кожна популяція має певний генофонд і генетичну структуру.

Генофонд популяції – сукупність генотипів усіх особин популяції.

Генетична структура популяції – співвідношення в ній різних генотипів і алелей.

Одними з основних понять популяційної генетики є частота генотипу і частота алеля. Під частотою генотипу (чи алеля) розуміють його частку, віднесену до загальної кількості генотипів (чи алелей) в популяції. Частота генотипу, або алеля, визначається або у відсотках, або в частках одиниці.

Наприклад, якщо ген має дві алельні форми і частка рецесивного алеля *a* складає $\frac{3}{4}$ (або 75%), то частка домінантного алеля *A* буде рівна $\frac{1}{4}$ (або 25% загальної кількості алелей цього гена в популяції).

Популяції самозапильних і перехреснозапильних рослин істотно відрізняються одна від одної.

Вперше дослідження генетичної структури популяції було зроблено В. Йогансеном у 1903 р. В якості об'єктів дослідження було обрано популяції самозапильних рослин. Досліджуючи впродовж декількох поколінь масу насіння квасолі, він виявив, що у самозапильників популяція складається з генетично різнорідних груп, так званих чистих ліній, представлених гомозиготними особинами. Окрім того, з покоління в покоління в такій популяції зберігається рівне співвідношення гомозиготних домінантних і гомозиготних рецесивних генотипів. Їх частка у кожному поколінні збільшуватиметься, тоді як кількість гетерозиготних генотипів зменшуватиметься. Таким чином, у популяціях самозапильних рослин спостерігається процес гомозиготизації, або розкладання на лінії з різними генотипами.

2. ГЕНЕТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ

Генетичний поліморфізм, або генетичне різноманіття – різноманітність популяцій за генетичними ознаками, або маркерами. Це – один з видів біорізноманіття. Генетичне різноманіття є важливим компонентом генетичної характеристики популяції, групи популяцій або виду.

Параметри генетичного поліморфізму:

1. Середня гетерозиготність.
2. Кількість алелей на локус.
3. Генетична відстань (для оцінки міжпопуляційного генетичного різноманіття)

Середня гетерозиготність характеризує частку гетерозиготних за досліджуваними маркерами особин у популяції, визначає середній показник за кількістю використаних маркерів.

Кількість алелей на локус – цей параметр використовується для оцінки генетичного різноманіття за маркерами, які мають більше двох алельних станів.

Генетична відстань характеризує рівень відмінності і різноманіття між популяціями за наявністю або відсутністю та частотами алелей використаних маркерів.

Біологічне значення генетичного поліморфізму

Генетична мінливість у популяції забезпечує вихідний матеріал для дії природного добору і генетичного дрейфу, тобто, є необхідним елементом для мікроеволюційних процесів. З іншого боку, генетична мінливість є продуктом дії факторів мікроеволюції. Генетичний поліморфізм має велике значення для екологічної пластичності популяції. Наявність кількох алелей у популяції дозволяє адаптуватися до мінливих умов, тому особини з різними алелями мають перевагу. Наприклад, два широко розповсюджених у *Drosophila melanogaster* варіанта гена алкогольдегідрогенази проявляють у гомозиготному стані альтернативно корисну або шкідливу дію, залежно від температури середовища.

3.ДОБІР У ПОПУЛЯЦІЯХ

Природний добір – процес, за допомогою якого в популяції збільшується кількість особин, що мають максимальну пристосованість, тоді як кількість особин з несприятливими ознаками зменшується. Природний добір є головною причиною розвитку адаптацій і видоутворення. Природний відбір – єдина відома причина адаптацій, але не єдина причина еволюції. До неадаптивних причин належать генетичний дрейф, потік генів і мутації.

У процесі природного відбору закріплюються мутації, що збільшують пристосованість організмів.

Природний добір має такі характеристики:

- організми утворюють нащадків більше, ніж може вижити;
- у популяції цих організмів існує спадкова мінливість;
- організми, що мають різні генетичні риси, характеризуються різною життєздатністю і здатністю розмножуватися.

Такі умови створюють конкуренцію поміж організмами у виживанні і розмноженні і є мінімально необхідними умовами для еволюції за допомогою природного добору.

Пристосованість – це здатність організму до виживання і розмноження, яка визначає розмір його генетичного внеску в наступне покоління. Проте головним у визначенні пристосованості є не загальна кількість нащадків, а кількість нащадків з цим генотипом (відносна пристосованість). Наприклад, якщо нащадки особини, яка успішно і швидко розмножується, слабкі та погано розмножуються, то генетичний вклад і, відповідно, пристосованість цього організму будуть низькими.

Якщо будь-яка алель збільшує пристосованість організму більше, ніж інші алелі цього гена, то з кожним поколінням частка цієї алелі в популяції буде зростати. Тобто, відбір відбувається на користь цієї алелі. І навпаки, для менш вигідних або шкідливих алелей – їх частка в популяціях знижуватиметься, тобто відбір діятиме проти визначених алелей. Важливо відмітити, що вплив певних алелей на пристосованість організму не є постійним. При зміні умов довкілля шкідливі або нейтральні алелі можуть стати корисними, а корисні шкідливими.

Природний добір для рис, які можуть змінюватися в деякому діапазоні значень, можна розділити на **три типи**: спрямований (рушійний); дизруптивний та стабілізуючий.

Добір може діяти на різних рівнях організації, таких як гени, клітини, окремі організми, групи організмів і види. Причому добір може одночасно діяти за різними рівнями.

Рушійний добір – форма природного добору, яка діє при спрямованій зміні умов зовнішнього середовища. Описали Дарвін і Уоллес. У цьому випадку особини з ознаками, які відхиляються в певну сторону від середнього значення, отримують перевагу. У результаті в популяції з покоління до покоління відбувається зміщення середньої величини ознаки в певному напрямі.

Прикладом дії рушійного добору є "індустріальний меланізм" у комах. "Індустріальний меланізм" є різким підвищенням частки меланістичних (з темним забарвленням) особин у тих популяціях комах (наприклад, метеликів), які мешкають у промислових районах. За промислової дії стовбур дерев значно темнішає, гинуть світлі лишайники, тому світлі метелики краще вирізняються для птахів, а темні – маскуються. У ХХ столітті у низці районів частка темних метеликів у деяких добре вивчених популяціях березового п'ядуна (*Morfa carbonaria*) в Англії сягала 95%, тоді як уперше темний метелик було відловлено в 1848 році.

Рушійний відбір здійснюється при зміні довкілля або пристосуванні до нових умов при розширенні ареалу. При цьому спадкові зміни зберігаються, переміщуючи, відповідно, і норму реакції. Наприклад, при освоєнні ґрунту, як місця існування у різних неспоріднених груп тварин, кінцівки перетворилися на риучі.

Стабілізуючий добір – форма природного відбору, при якій його дія спрямована проти особин, що мають крайні відхилення від середньої норми, на користь особин з середнім вираженням ознаки. Поняття стабілізуючого відбору ввів у науку і проаналізував І. І. Шмальгаузен.

Описано безліч прикладів дії стабілізуючого добору в природі. Наприклад, на перший погляд здається, що найбільший внесок у генофонд наступного покоління повинні вносити особини з максимальною плодючістю. Проте спостереження над природними популяціями птахів і ссавців вказують на протилежне. Чим більше пташенят у гнізді, тим важче їх прогодувати, вони менші та слабкіші. У результаті пристосованішими є особини із середньою плодючістю.

Дизруптивний (що розриває) добір – форма природного добору, при якому умови сприяють двом або кільком крайнім варіантам (напрямам) мінливості, але не сприяють проміжному, середньому стану ознаки. У результаті може з'явитися кілька нових форм з однієї початкової. Дизруптивний відбір сприяє виникненню і підтримці поліморфізму популяцій, а в деяких випадках може слугувати причиною видоутворення.

Одна з можливих у природі ситуацій, в якій вступає в дію дизруптивний добір, – коли поліморфна популяція займає неоднорідне місце розташування. При цьому різні форми пристосовуються до різних екологічних ніш або субніш.

Статевий добір – окремий випадок природного відбору, основою якого є будь-яка ознака, яка підвищує ймовірність спаровування за рахунок збільшення привабливості особини для потенційних партнерів. Риси, які еволюціонували за рахунок статевого добору, особливо помітні у чоловічих особин деяких видів тварин. Такі ознаки, як великі роги, яскраве забарвлення, з одного боку можуть приваблювати хижаків і знижувати виживання самців, а з іншого, це урівноважується репродуктивним успіхом самців з подібними яскраво вираженими ознаками.

Форми природного добору за механізмом дії поділяються на позитивний і відсікаючий (негативний) добір.

Позитивний добір збільшує в популяції кількість особин з корисними ознаками, які підвищують життєздатність виду в цілому.

Відсікаючий добір вибраковує з популяції переважну більшість особин з ознаками, що різко знижують життєздатність за визначених умов середовища. За допомогою відсікаючого відбору з популяції видаляються надшкідливі алелі. Відсікаючому відбору можуть підлягати особини з хромосомними перебудовами і набором хромосом, що різко порушує сталу роботу генетичного апарату.

4. ЗАКОН ХАРДІ-ВАЙНБЕРГА

Більшість рослин і тварин у популяціях розмножуються статевим шляхом при вільному схрещуванні, що забезпечує рівну ймовірність комбінації гамет. Рівну ймовірність злиття гамет при вільному схрещуванні називають *панміксією*, а таку популяцію – панміктичною.

Годфрі Харді і Вільгельм Вайнберг, узагальнюючи дані про частку генотипів, що утворюються в результаті рівної ймовірності комбінації гамет, вивели формулу частоти генотипів у панміктичній популяції:

$$AA + 2Aa + aa = 1$$

$$P^2 + 2pq + q^2 = 1, \text{ де:}$$

P – домінантні алелі;

q – рецесивні алелі.

Користуючись цією формулою, можна розрахувати частку алелей і генотипів у конкретній панміктичній популяції.

Умови виконання закону Харді-Вайнберга:

- необмежено велика чисельність популяції, що забезпечує вільне схрещування особин одна з одною;
- усі генотипи однаково життєздатні, плідні і не піддаються добору;
- прямі і зворотні мутації виникають з однаковою частотою або настільки рідко, що ними можна нехтувати;
- відтік або надходження нових генотипів у популяцію відсутній.

У реально існуючих популяціях виконання цих умов неможливе, тому закон справедливий тільки для ідеальної популяції.

Незважаючи на це, закон Харді-Вайнберга є основою для аналізу окремих генетичних явищ, що відбуваються в природних популяціях.

Наприклад, якщо відомо, що фенілкетонурія (порушення обміну речовин) зустрічається з частотою 1: 10000 і спадкується за аутосомно-рецесивним типом, то можна порахувати частку гетерозигот і домінантних гомозигот у популяції.

Хворі фенілкетонурією мають генотип

$$q^2(aa) = 0,0001$$

$$\text{Звідси } q = 0,01$$

$$p = 1 - 0,01 = 0,99$$

Частка гетерозигот складає $2pq$:

$$2 \times 0,99 \times 0,01 = 0,0198 \text{ або } = 1,98\%.$$

Частка гомозигот за домінантною та рецесивною ознаками:

$$AA = p^2 = 0,99^2 = 0,9801 = 98,01\%;$$

$$aa = q^2 = 0,01^2 = 0,0001 = 0,01\%.$$

Закон Харді-Вайнберга – це закон популяційної генетики – в популяції нескінченно великого розміру, в якій не діє відбір, не йде мутаційний процес, відсутній обмін особинами з іншими популяціями, не відбувається дрейф генів, усі схрещування випадкові – частки генотипів за будь-яким геном (у випадку якщо в популяції є два алеля визначеного гена) підтримуватимуться сталими з покоління в покоління.

Рівновага Харді-Вайнберга в реальних популяціях

На реальні популяції діють чинники, несприятливі для підтримки рівноваги Харді-Вайнберга за будь-якими генетичними маркерами. У популяціях багатьох видів рослин або тварин поширені такі явища як інбридинг і самозапліднення. У таких випадках відбувається зменшення частки або повне зникнення класу гетерозигот. У разі наддомінування навпаки, частки класів гомозигот будуть меншими за розрахункові.

Практичне значення закону Харді-Вайнберга

У медичній генетиці закон Харді-Вайнберга дозволяє оцінити популяційний ризик генетично обумовлених захворювань, оскільки кожна популяція має власний алелофонд і, відповідно, різні частоти негативних алелей. Знаючи частку народження дітей із спадковими захворюваннями, можна розрахувати структуру алелофонду. У той же час, знаючи частку негативних алелей, можна передбачити ризики народження хворої дитини.

У селекції можна виявити генетичний потенціал вихідного матеріалу (природних популяцій, а також сортів і порід народної селекції), оскільки різні сорти і породи характеризуються власними алелофондами, які можуть бути розраховані за допомогою закону Харді-Вайнберга. Якщо у вихідному матеріалі виявлено високу частку необхідного алеля, то можна чекати швидкого отримання бажаного результату при доборі. Якщо ж частка необхідного алеля низька, то потрібно відшукувати інший вихідний матеріал, або вводити необхідний алель з інших популяцій (сортів і порід).

В екології можна виявити вплив найрізноманітніших чинників на популяції. Річ у тому, що, залишаючись фенотипово однорідною, популяція може істотно змінювати свою генетичну структуру під впливом іонізуючого випромінювання, електромагнітних полів та інших несприятливих чинників. За відхиленнями фактичної частки генотипів від розрахункової можна встановити ефект дії екологічних чинників.

Мікроеволюція – зміна генетичної структури популяції – зміна рівноваги генотипів і алелей у панміктичній популяції відбувається під впливом постійно діючих чинників, до яких відносяться мутаційний процес, популяційні хвилі, ізоляція, природний добір, дрейф генів тощо.

Саме завдяки цим явищам виникає елементарне еволюційне явище – зміна генетичного складу популяції, що є початковим етапом процесу видоутворення.

Храповик Меллера (за ім'ям американського генетика Г. Меллера і механічного пристрою – храповика) – процес безповоротного накопичення в генофонді нездатних до статевого процесу популяцій, шкідливих мутацій, що призводять до зниження рівня адаптації і вимирання виду.

Меллер запропонував цей механізм в якості однієї з теорій, що пояснюють шлях еволюції від безстатевого розмноження до статевого.

При безстатевому розмноженні геном організму передається у спадок як неподільний блок. При появі в геномі мутації можна чекати на її прояв і в наступних поколіннях, оскільки процес зворотньої мутації маловірогідний. У разі статевого розмноження (при генетичній рекомбінації) геном потомства відрізнятиметься від батьківського. Зокрема, геном з меншою кількістю мутацій може бути отриманий з батьківських геномів зі значною їх кількістю. З часом у генотипі безстатевих організмів шкідливі мутації можуть накопичуватися. При випадковій елімінації особин, що містять мінімальну в популяції кількість шкідливих мутацій, загальновидовий генотип погіршиться. Таким чином, механізм дії Храповика Меллера протилежний до механізму природного добору, при якому в генотипі закріплюються тільки позитивні мутації, і визначається генетичним дрейфом мутацій. Генофонд безстатевих популяцій може позбавитися від шкідливих мутацій тільки шляхом відмирання особин, які несуть ці мутації.

Серед найпростіших і прокариотів існує безліч нібито безстатевих організмів. Проте доведено, що у більшості з них може за рахунок різних механізмів відбуватися обмін генетичною інформацією.

Сам термін "Храповик Меллера" ввів в 1974 році Дж. Фельзенштейн, а стаття, що описує даний механізм, опублікована Меллером у 1932 році.

Панміксія (від гр. *пан* – все і *мікс* – змішення) – вільне схрещування різностатевих особин в популяції.

Ізоляція – виключення або ускладнення вільного схрещування між особинами одного виду. Ізоляція є елементарним еволюційним чинником, що діє на мікроеволюційному рівні і призводить до видоутворення.

За характером ізолюючих бар'єрів класифікують географічну і репродуктивну (біологічну) ізоляцію.

Географічна ізоляція – це відособлення певної популяції від інших популяцій того ж виду будь-якою географічною перешкодою. Географічна ізоляція – один з важливих чинників видоутворення, оскільки вона перешкоджає схрещуванню і, тим самим, обміну генетичною інформацією між відокремленими популяціями.

Репродуктивна (біологічна) ізоляція призводить до порушення вільного схрещування або утворення стерильного потомства. Розрізняють (класифікують) екологічну, етологічну, тимчасову, анатомо-морфо-фізіологічну і генетичну репродуктивну ізоляцію.

При *етологічній* ізоляції для особин різних популяцій знижується вірогідність запліднення зважаючи на відмінності способу життя і поведінки. Наприклад, у різних видів птахів відрізняються ритуали залицяння і шлюбні пісні.

При *екологічній* ізоляції розрізняються умови життя живих організмів. Наприклад, популяції риб нерестяться в різних місцях.

При *тимчасовій* ізоляції відрізняються терміни розмноження.

При *анатомо-морфо-фізіологічній* репродуктивній ізоляції у живих організмів виникають відмінності у будові, розмірах окремих органів статевої системи, або виникають відмінності у біохімічних аспектах репродуктивної функції.

При *генетичному* характері репродуктивної ізоляції виникають несумісні гамети або з'являються гібриди зі зниженою життєздатністю.

Перераховані форми репродуктивної ізоляції виникають незалежно одна від одної і можуть поєднуватися у будь-яких комбінаціях. Проте, саме генетичну ізоляцію вважають однією з найважливіших форм репродуктивної ізоляції. Виникненню репродуктивної ізоляції сприяє тривала географічна ізоляція.

Ефект пляшкового горличка – скорочення генетичної різноманітності популяції, яке призводить до зміни відносних і абсолютних часток алелей генів. Є одним з чинників еволюції.

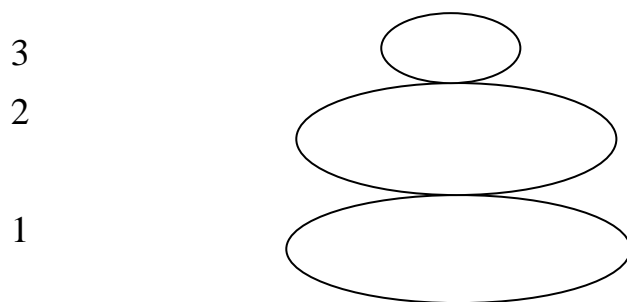
Спочатку популяція має велику генетичну різноманітність, внаслідок своєї чисельності, сприятливих умов довкілля і широкого ареалу розповсюдження.

Популяція вимирає, її чисельність скорочується до декількох особин. Генофонд бідніє. Зниження чисельності популяції може відбуватися періодично (у зв'язку з щорічним настанням сезону, несприятливого для підтримки чисельності популяції) або одноразово (у результаті катастроф).

Чисельність популяції знову зростає, але генетична різноманітність не відновлюється. Створюються умови для випадкового варіювання частот алелей у популяції – дрейфу генів. Малі популяції схильні до інбридингу.

Назва "ефект пляшкового горличка" наочно демонструє один із способів відображення чисельності популяції. Якщо схематично зображувати чисельність популяції в певний час у вигляді горизонтальної смужки або еліпса, а чисельність у наступні моменти – так само, але на пропорційну величину вище над першим зображенням, то випадки різкого зниження чисельності виглядатимуть, як звуження малюнка у верхній частині, тобто, подібно до горличка пляшки.

Проходження через "пляшкове горличко" характерно для популяцій багатьох видів комах, що різко скорочують чисельність у осінньо-весняний період. Зокрема, популяції дрозоділи різко скорочують чисельність взимку і щорічно відновлюють її в літній період (рис.1). Такі скорочення чисельності призводять до істотних зрушень часток генетичних маркерів. У разі відновлення чисельності видів, що знаходилися на межі вимирання, також відбувається зниження генетичної різноманітності, обумовлене ефектом пляшкового горличка.



1 – популяція *Drosophila melanogaster* у липні;

2 – популяція *Drosophila melanogaster* у серпні;

3– популяція *Drosophila melanogaster* у жовтні;

Рисунок 1. Зміна чисельності популяції *Drosophila melanogaster* протягом року.

Класичним прикладом дії ефекту пляшкового горличка є популяція гепардів. З використанням сучасних методів генетичного аналізу було встановлено, що гепарди характеризуються надмалою генетичною різноманітністю. Передбачається, що в результаті якоїсь катастрофи вижила лише одна пара особин. Нестача генетичної різноманітності поставила цей вид на межу вимирання. Нині чисельність гепардів продовжує падати і налічує менше 20 тисяч особин. Ефект пляшкового горличка позначився на життєздатності усього виду: у гепардів підвищена чутливість до хвороб і різні відхилення, що призводять до зниження плодючості.

5. ВИСНОВКИ

- Популяція – це сукупність особин одного виду, що тривалий час займають певну територію, вільно схрещується, мають загальне походження, певну генетичну структуру і, в тій чи іншій мірі, ізольовані від інших таких сукупностей особин цього виду.

- Генофонд популяції – сукупність генотипів усіх особин популяції.

- Елементарний еволюційний матеріал – мутації.

- Елементарна еволюційна одиниця – популяція.

- Елементарне еволюційне явище – зміна генофонду популяції.

- Генетична структура популяції – співвідношення в ній різних генотипів і алелей.

- Ідеальна популяція – це популяція, в якій виконуються чотири умови :

- 1) необмежено велика чисельність популяції, що забезпечує вільне схрещування особин один з одним;
- 2) відсутні мутації, або прямі і зворотні мутації виникають з однаковою часткою або настільки рідко, що ними можна нехтувати;
- 3) відсутні міграції, відтік або надходження нових генотипів у популяцію;
- 4) відсутній добір.

- Популяція – відкрита структура (можливе схрещування між особинами різних популяцій), а вид – замкнута (схрещування між особинами різних видів неможливе).

- Закон Харді-Вайнберга не застосовується для самозапильників, оскільки у них спостерігається процес гомозиготизації, або розкладання на лінії з різними генотипами.

- Панміктична популяція – це популяція, в якій забезпечується рівно- ймовірна комбінація гамет при вільному схрещуванні (панміксія).

6. ПРИКЛАДИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ

Задача 1. У жита озимого антоціанове забарвлення сходів визначається домінантним алелем A , зелене – рецесивним a . На ділянці площею 1000 м^2 росте 300 тис. рослин, з них 75 тис. мають зелене забарвлення сходів. Яка частота алелей і генотипів у цій популяції?

Розв'язок:

Частка рослин з рецесивною ознакою:

$$q^2 (aa) = 75000 / 300000 = 0,25 \text{ або } 25\%;$$

Частка рецесивного алеля становитиме

$$q = 0,5.$$

Тоді частка домінантного алеля складатиме

$$p = 1 - 0,5 = 0,5$$

Частка гетерозиготних особин Aa : $2 \times p \times q$

$$2 \times 0,5 \times 0,5 = 0,5 \text{ або } 50\%$$

Частка домінантних гомозигот AA : $p^2 = 0,25$, або 25 %.

Задача 2.

У соняшника наявність панцирного шару в сім'янці домінує над відсутністю його і успадковується моногенно. При інспектуванні встановлено, що 4% сім'янок не мають панцирного шару. Яка частота домінантною алеля в популяції?

Розв'язок:

Спочатку знаємо частку рецесивного алеля. Для цього необхідно встановити частку безпанцирних сім'янок у долях одиниці.

Кількість рослин з рецесивною ознакою становить

$$q^2 (aa) 4\% = 0,04$$

Звідси частка рецесивного алеля становитиме

$$q = 0,2$$

Частота домінантною алеля в цій популяції:

$$p = 1 - 0,2 = 0,8 \text{ або } 80\%.$$

Задача 3.

Фенілкетонурія (порушення обміну речовин) зустрічається з частотою 1:10000 і спадкується по аутосомно-рецесивному типу. Підрахувати частоту гетерозигот и гомозигот за домінантною ознакою.

Розв'язок:

Хворі на фенілкетонурію мають генотип

$$q^2 (aa) = 0,0001.$$

$$\text{Отже } q = 0,01.$$

$$p = 1 - 0,01 = 0,99.$$

Частота гетерозигот становить $2pq$:

$$2 \times 0,99 \times 0,01 \approx 0,02 \text{ або } \approx 2\%.$$

Частота гомозигот за домінантною і рецесивною ознаками:

$$AA = p^2 = 0,99^2 = 0,9801 \approx 98\%,$$

$$aa = q^2 = 0,01^2 = 0,0001 = 0,01\%.$$

7. ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РОЗВ'ЯЗКУ

Задача 1.

Ген в популяції має дві алельні форми і частка рецесивного алеля *a* складає $\frac{3}{4}$ (або 75%). Яка частота кожного генотипу в цій популяції?

Задача 2.

У жита озимого антоціанове забарвлення сходів визначається домінантним алелем *A*, зелене – рецесивним *a*. На ділянці площею 1000 м² росте 300 тис. рослин, з них 75 тис. мають зелене забарвлення сходів. Яка частота алеля *a* в цій популяції?

Задача 3.

Яка частка в популяції рецесивного алеля *a*, якщо частка в цій популяції домінантного алеля *A* становить:

1) 0,36; 2) 0,44; 3) 0,62; 4) 0,13?

Задача 4.

Яка частка в популяції домінантного і рецесивного алелей гена, якщо вона складається з особин з генотипом *Cc*, кількість яких :

1) 186; 2) 254; 3) 360; 4) 787?

Задача 5.

Обстежена група особин складається з 45 гетерозигот. Яку частку має нормальна (*A*) і мутантна (*a*) алелі гена у відсотках і долях одиниці від загальної кількості алелей в цій групі?

Задача 6.

Вирахуйте частку домінантного алеля (*p*) і частоту (*q*) рецесивного алеля в популяції, яка складається з :

1) 400 особин *CC* і 100 особин *cc*;

- 2) 700 особин CC і 300 особин cc ;
- 3) 180 особин CC і 20 особин cc ;
- 4) 150 особин CC і 250 особин cc ;
- 5) 60 особин Cc і 40 особин cc ;
- 6) 200 особин Cc і 200 особин cc ;
- 7) 360 особин Cc і 140 особин cc ;
- 8) 440 особин Cc і 60 особин cc ;
- 9) 200 особин CC і 200 особин Cc ;
- 10) 220 особин CC і 80 особин Cc ;
- 11) 320 особин CC і 280 особин Cc ;
- 12) 620 особин CC і 280 особин Cc .

Задача 7.

У жита озимого сорту Вятка 2 антоціанове (червоно-фіолетове) забарвлення сходів визначається доміантним алелем A , зелене – рецесивним a . На ділянці площею 0,25 га росте 1000000 рослин. При аналізі рослин на метрових майданчиках було встановлено, що 75% рослин мають антоціанові сходи, інші – зелені. Яка частка доміантного алеля A в цій популяції?

Задача 8.

У соняшника наявність панцирного шару в сім'янці домінує над відсутністю його і успадковується моногенно. При інспектуванні встановлено, що 4% сім'янок не мають панцирного шару. Яка частка доміантною алеля в популяції?

Задача 9.

У дикорослої суниці червоне забарвлення ягід домінує над рожевим. У популяції суниці з 1230 рослин 36 мають рожеве забарвлення ягід. Яка частка рецесивного алеля в цій панміктичній популяції?

Задача 10.

У кукурудзи ген *C* обумовлює розвиток забарвленого алейрону, ген *c* - незабарвленого. У вихідній популяції міститься 1% особин з рецесивними ознаками. Чому дорівнює частка рецесивного алеля?

Задача 11.

У жита сорту Тулунске зеленозерне в досліджуваній популяції разом із зеленозерними рослинами містяться жовтозерні. Відомо, що жовте забарвлення зернівки є домінантним відносно зеленого. При проведенні інспектування було встановлено, що в цій панміктичній популяції 81 рослина зеленозерна, інші – жовтозерні. Яка частка домінантних гомозигот в популяції?

Задача 12.

У гречки яскраво-червоне забарвлення рослин неповністю домінує над зеленим. Гетерозиготи за цими генами мають рожеве забарвлення. У панміктичній популяції, що складається з 840 рослин, містилося 42 червоних. Яка частка гомозиготних рослин?

Задача 13.

У жита опушення соломини під колосом домінує над відсутністю опушення. У популяції сорту Вятка при аналізі інспектованого снопа виявлено чотири рослини з 500, у яких було відсутнє опушення під колосом. Яка частка гетерозиготних рослин у даній популяції?

Задача 14.

У курей чорне оперення неповно домінує над білим. Гетерозиготні особини мають блакитне оперення. З 2400 курей птахоферми 384 мали чорне оперення, 1152 – блакитне, інші – біле.

1. Яка частка домінантного алеля гена?
2. Яка частка рецесивного алеля гена?
3. Яка частка білих курей?
4. Яка частка чорних курей?
5. Яка частка курей з блакитним оперенням?

Задача 15.

Альбінізм (відсутність забарвлення) успадковується як аутосомно-рецесивна ознака. Частка гена альбінізму в країнах Західної Європи 1:20000. Визначте частку альбіносів у популяціях Західної Європи.

Навчальне видання
Рябовол Людмила Олегівна
Новак Жанна Миколаївна

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ПАНМІКТИЧНИХ ПОПУЛЯЦІЙ

Теоретичні основи для проведення практичних занять з дисциплін «Генетика», «Генетика кількісних ознак» для студентів спеціальності 201 “Агрономія” спеціалізації „Селекція і генетика сільськогосподарських культур” вищих аграрних закладів освіти IV рівня акредитації

Відповідальна за випуск Л.О. Рябовол

Підписано до друку 08. 04. 2016р. Формат 60x90/20
Обсяг 1,2 умов. друк. арк. Наклад 100 прим.
Замовлення № .

Редакційно-видавничий центр Уманського НУС.
Свідоцтво ДК № 2499 від 18.05.2006р.
20305, м. Умань, вул. Інститутська, 1
Тел. 8 (04744)3-22-35

