

Ćwiczenie 02b

Kodominacja, allele wielokrotne Współdziałanie genów

Kornelia Polok

1. Kodominacja

1.1. Definicje



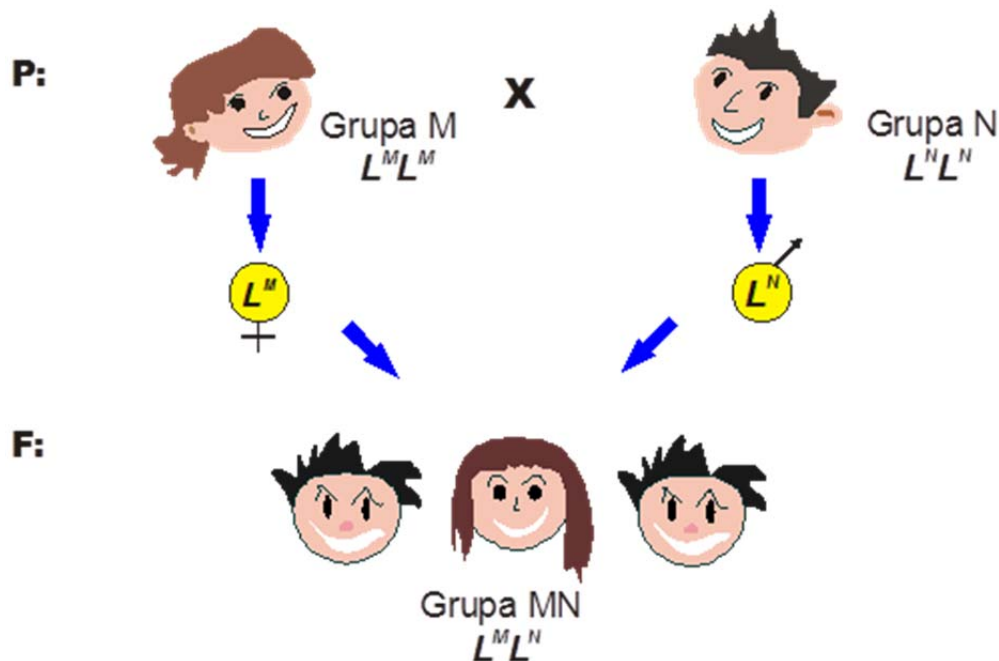
- **Kodominacja:** w heterozygocie ujawniają się fenotypy determinowane przez oba allele danego genu. Każdy z alleli ulega ekspresji. Kodominujące są allele warunkujące grupy krwi A i B u człowieka. Kodominacja najczęściej dotyczy cech biochemicznych, izoenzymów, cech molekularnych.
- **Izoenzymy:** formy danego enzymu pełniące taką samą funkcję, ale różniące się niektórymi właściwościami fizycznymi, w tym ruchliwością w polu elektrycznym. Izoenzymy o różnej ruchliwości często uwarunkowane są różnymi allelami jednego genu. Różnice w ruchliwości można wykryć przy pomocy elektroforezy enzymów. Metoda ta polega na nałożeniu ekstraktu białkowego na stały nośnik (skrobia, agaroz, poliakrylamid). Następnie żel podłącza się do prądu o określonym napięciu. W powstałym polu elektrycznym enzymy migrują, przy czym kierunek i szybkość migracji zależą od znaku i wielkości ładunku elektrycznego. Po odłączeniu napięcia, enzymy zostają unieruchomione w określonym miejscu nośnika i można je ujawnić za pomocą specyficznej reakcji histochemicznej. W efekcie otrzymuje się obraz barwnych prążków w określonej odległości od miejsca naniesienia ekstraktu.

1.2. Przykłady

Przykład 1.2.1.

U człowieka zdolność do wytwarzania antygenów krwinkowych M i N jest warunkowana przez gen L z dwoma allelami. Jeden z alleli genu L warunkuje produkcję antygeny typu M, a drugi jest odpowiedzialny za wytworzenie antygeny typu N. W małżeństwie kobiety z grupą krwi M oraz mężczyzny z grupą krwi N urodziło się troje dzieci. W krwi wszystkich dzieci stwierdzono występowanie zarówno antygeny M jak i N, a ich grupę krwi oznaczono jako MN. Wyjaśnij genetyczne uwarunkowania produkcji antygenów M i N oraz podaj genotypy rodziców i dzieci.

Rozwiązanie



- Dzieci otrzymały po jednym allelu od każdego z rodziców. Matka przekazała allel L^M odpowiedzialny za produkcję antygenu M. Ojciec przekazał allel L^N odpowiedzialny za produkcję antygenu N.
- Wszystkie dzieci są heterozygotami o genotypie $L^M L^N$. U dzieci produkowany jest zarówno antygen M jak i N, co prowadzi do powstania grupy MN. Oba allele dają efekt fenotypowy „niezależnie od siebie”. Oba allele przejawiają się w heterozygocie. Żaden z nich nie jest dominujący.
- Ten typ działania alleli jednego genu nosi nazwę kodominacji. Od niepełnej dominacji różni się tym, iż w przypadku kodominacji widoczne są efekty działania obu alleli, natomiast niepełna dominacja charakteryzuje się fenotypem pośrednim, który powstaje na skutek osłabienia efektu genotypowego allela dominującego.

W przypadku kodominacji, żaden z alleli nie jest dominujący, ani nawet częściowo dominujący. Dlatego nie zapisuje się ich dużymi i małymi literami. Zapisuje się je jako indeksy górne przy literze symbolizującej gen. Kodominacja najczęściej występuje na poziomie molekularnym. Obserwuje się ją między innymi w odniesieniu do grup krwi AB, izoenzymów, niektórych markerów DNA (SSR, RFLP).

1.3. Zadania



- 1.3.1. Pewna kobieta o grupie krwi AB urodziła dziecko o grupie krwi A. Który z wymienionych mężczyzn był ojcem dziecka – a) o grupie krwi A, b) o grupie B? (2 punkty)
- 1.3.2. Jeżeli każdy z rodziców ma grupę krwi AB, to jakich genotypów i z jakim prawdopodobieństwem możemy spodziewać się wśród ich dzieci? (2 punkty)

Czas wykonania 15 min.

2. Allele wielokrotne

2.1. Definicje

- ➡ ● **Allele wielokrotne:** w populacji występuje 3 lub więcej alleli danego genu. Pomiedzy allelami wielokrotnymi występują stosunki dominacji i recesywności, kodominacji. Allele wielokrotne mogą tworzyć szereg alleli wielokrotnych na podstawie kolejności dominowania.
- **Polimorfizm:** w populacji występuje 2 lub więcej alleli danego genu. Allele wielokrotne są przejawem polimorfizmu.

2.2. Przykłady

Przykład 2.2.1.

Na podstawie uzyskanych wyników krzyżówek ustal kolejność dominowania alleli warunkujących kolor kwiatu u wyżlinu:

- czerwony x brązowy = czerwony
- żółty x kremowy = żółty
- brązowy x pomarańczowy = brązowy
- zielony x biały = biały
- pomarańczowy x żółty = pomarańczowy
- kremowy x biały = kremowy.



Rozwiązanie

- Nie podano czy krzyżowane formy są liniami czystymi czy nie, ale w żadnej krzyżówce nie uzyskano rozszczepienia należy przyjąć, że są to linie czyste.
- Ze wszystkich kombinacji tylko barwa czerwona i zielona nie powtarzają się w innych krzyżówkach. Zielona z białym daje biały zatem zielona jest recesywna. Natomiast czerwona z brązowym daje czerwony zatem czerwony jest dominujący względem wszystkich pozostałych.
- Analizujemy kolejno krzyżówki. Przykładowo brązowy z pomarańczowym daje brązowym, zatem brązowy jest dominujący.
- Ostatecznie otrzymujemy kolejność dominowania: **czerwony, brązowy, pomarańczowy, żółty, kremowy, biały, zielony.**

2.3. Zadania



U kotów barwa sierści zależy od szeregu alleli wielokrotnych składającego się z genów: C - futerko ciemne, c^r - srebrzyste, c^s - syjamskie. Srebrzysta kotka dała miot złożony z kociąt srebrzystych, ciemnych i syjamskich. Jaki był genotyp i fenotyp ojca tych kociąt? (2 punkty)

Czas wykonania: 15 minut

3. Współdziałanie genów

3.1. Definicje



Wiele genów może wpływać na jedną cechę. Wówczas obserwujemy odstępstwa od klasycznych stosunków rozszczeień. Stosunek rozszczeień fenotypów w F_2 wynoszący 9:3:3:1 jest charakterystyczny dla niezależnego dziedziczenia dwóch genów i obserwujemy go w F_2 , gdy krzyżowane osobniki różniły się dwoma cechami. Jeżeli rozszczenie fenotypowe 9:3:3:1 lub jego modyfikacje występują w pokoleniu F_2 uzyskanym w wyniku krzyżowania form różniących się jedną cechą, to świadczy o współdziałaniu genów. W przypadku współdziałania genów modyfikacje stosunków rozszczeień fenotypowych w F_2 mogą być następujące:

- 9:7 – komplementacja, do powstania cechy niezbędne są allele dominujące z obydwu loci;
- 9:6:1 – addytywne współdziałanie genów dominujących, efekty genów sumują się, przy czym w locus jest dominacja
- 9:3:4 – recesywna epistaza, epistaza polega na hamowaniu efektów działania jednego genu przez drugi gen, epistaza recesywna efekt hamujący mają allele recesywne;
- 12:3:1 oraz 13:3 – epistaza genów dominujących, efekt hamujący mają allele dominujące.
- Współdziałanie genów może także polegać na sumowaniu lub mnożeniu się efektów alleli dominujących we wszystkich loci. Mówimy wówczas o współdziałaniu addytywnym (geny kumulatywne) lub multiplikatywnym, które są charakterystyczne dla genów warunkujących cechy ilościowe. Współdziałania te mogą być dalej komplikowane poprzez kombinacje działania addytywnego, multiplikatywnego i dominacji.

3.2. Przykłady

Przykład 3.2.1.

Po skrzyżowaniu dwóch karłowych odmian ogórka otrzymano w F_1 rośliny wysokie. Po samozapyleniu, w F_2 otrzymano 97 roślin wysokich oraz 79 roślin o wzroście karłowym. Podaj genotypy i fenotypy rodziców oraz F_1 . Jak dziedziczy się wzrost u ogórka?

Rozwiązanie

- Pokolenie F_1 jest jednolite, co świadczy, że krzyżowano linie czyste (homozygotyczne).
- Pokolenie rodzicielskie miało wzrost karłowaty, natomiast w pokoleniu F_1 pojawił się całkowicie nowy fenotyp – wzrost wysoki. Pojawienie się nowego fenotypu świadczy, że na wzrost u ogórka wpływają co najmniej dwa współdziałające geny.
- Aby ustalić, w jaki sposób geny współdziałają ze sobą w warunkowaniu wzrostu należy ustalić stosunek rozszczeień w pokoleniu F_2 . W omawianym przypadku rośliny wysokie i karłowe wystąpiły w proporcjach 9:7.
- Otrzymane rozszczenie fenotypów 9:7 możemy porównać z proporcjami fenotypów w pokoleniu F_2 wynoszącymi 9:3:3:1 i które wystąpiłyby w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch genów zgodnie z Drugim Prawem Mendla. Załóżmy, że wzrost jest uwarunkowany genami A i B. Możemy więc przyjąć, że:

- ▶ osobniki o wzroście wysokim, stanowiące 9/16 pokolenia F_2 mają genotyp $A-B-$, oznacza to, że wzrost wysoki występuje tylko w obecności alleli dominujących w każdym z dwóch loci.
- ▶ osobniki karłowe, stanowiące 7/16 potomstwa mają genotypy $A-bb$, $aaB-$ oraz $aabb$; w uproszczeniu można przyjąć, że powstają one z połączenia 3 klas fenotypowych obserwowanych przy niezależnym dziedziczeniu i stanowiących odpowiednio 3/16, 3/16 i 1/16 pokolenia F_2 .
- Karłowi rodzice musieli mieć genotypy $AAbb$ i $aaBB$, natomiast wysokie F_1 $AaBb$. Współdziałanie obserwowane u ogórka to przykład komplementacji.

Komplementacja to takie współdziałanie genów, w którym do powstania danego fenotypu niezbędne są allele dominujące we wszystkich współdziałających loci. Brak allela dominującego w którymkolwiek locus powoduje ujawnienie się zmienionego- zmutowanego fenotypu. Test komplementacji pozwala sprawdzić czy mutacje są alleliczne, to znaczy czy zaszły w tym samym genie (locus), czy też są niealleliczne i zaszły w różnych genach (loci). Jeżeli w wyniku krzyżowania dwóch mutantów otrzymujemy w F_1 formę zmutowaną to mutacje są alleliczne. Jeżeli w wyniku krzyżowania dwóch mutantów w F_1 otrzymujemy formę niezmutowaną to mutacje są niealleliczne.

3.3 Zadania



- 3.3.1. Czy dwa mutanty petunii o kwiatach białych są alleliczne czy niealleliczne jeżeli po ich skrzyżowaniu w F_1 uzyskano rośliny o kwiatach białych? **(1 punkt)**
- 3.3.2. U szynszyli popielata barwa sierści jest zdeterminowana przez allel dominujący A , allel recesywny tego genu, a warunkuje barwę brązową. Na ubarwienie wpływa także gen epistatyczny B , którego obecność warunkuje barwę białą. Podaj genotypy szynszyli białych, które skrzyżowane ze sobą dały potomstwo o barwie popielatej, brązowej i białej w stosunku 1:1:6. **(2 punkty)**

Czas wykonania: 15 minut