KURS

„ BIOLOGIA POD KLUCZ"

GENETYKA, CZ. II

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

ZADANIE 1.

Zadanie 1.

Klinowate uwypuklenie linii nasady włosów na czole (tak zwany „wdowi ząbek”) jest warunkowane autosomalnym allelem dominującym (**B**). Z czwórki potomstwa rodziców, którzy oboje mają klinowate uwypuklenie linii nasady włosów, dwoje dzieci ma również tę cechę, a dwoje — tej cechy nie ma.

Zadanie 1.1. (0-1)

Zapisz genotypy rodziców.

Genotyp matki: **Bb** Genotyp ojca: **Bb**

Zadanie 1.2. (0-1)

Zapisz wszystkie prawdopodobne genotypy, które mogą wystąpić u ich dzieci.

BB, Bb, bb

Zadanie 1.3. (0-1)

Zapisz genotyp dziecka, którego całe potomstwo (100%) będzie miało klinowatą nasadę włosów.

BB

ZADANIE 2.

Zadanie 2.

Samice muszki owocowej mają dwa chromosomy X, a samce chromosom X i Y. Gen warunkujący kolor oczu znajduje się w chromosomie X. Dominujący allel tego genu (**A**) warunkuje oczy czerwone, natomiast recesywny allel (**a**) oczy białe. Skrzyżowano białooką samicę z czerwonookim samcem.

Zadanie 2.1. (0-1)

Zapisz genotypy krzyżowanych osobników, stosując oznaczenia podane w tekście.

Genotyp samicy: X^aX^a Genotyp samca: X^AY

Zadanie 2.2. (0-2)

Zapisz krzyżówkę genetyczną i na jej podstawie określ procentowy udział osobników o różnych fenotypach (kolor oczu i płeć) w potomstwie tej pary.

♀ / ♂	X^A	Y
X^a	X^AX^a	X^aY

P = **czerwonookie samice 50%, białookie samce 50%**

ZADANIE 3.



Zadanie 3.

Barwa sierści labradorów zależy od dwóch dziedziczących się niezależnie genów. Gen odpowiadający za barwę sierści ma dwa allele: dominujący **B** determinuje barwę czarną, natomiast recesywny **b** — barwę brązową. Drugi gen odpowiada za pojawienie się odpowiednich barwników w sierści psa i jest to możliwe, jeżeli dany osobnik ma co najmniej jeden dominujący allel tego genu — **E**. Osobniki, które tego allelu nie mają są biszkoptowe (mają sierść żółtą). Czarna suka labradora ma szczenięta wszelkich możliwych maści. Ich ojcem jest brązowy labrador.

Zadanie 3.1. (0-1)

Zapisz genotypy tych labradorów — rodziców.

Genotyp samicy: **EeBb / BbEe**

Genotyp samca: **Eebb / bbEe**

ZADANIE 3.

Zadanie 3.2. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego para biszkoptowych labradorów może mieć tylko biszkoptowe szczenięta.

1 p. — za poprawne wyjaśnienie uwzględniające genotyp biszkoptowych labradorów i przekazanie potomstwu recesywnych alleli warunkujących biszkoptową sierść

- Biszkoptowe labradory są homozygotami recesywnymi pod względem genu odpowiadającego za pojawienie się barwnika w sierści, dlatego ich potomstwo również będzie wyłącznie biszkoptowe, gdyż od obojga rodziców dostanie recesywny allel e.

ZADANIE 4.

Zadanie 4.

Barwa sierści u owczarków belgijskich jest zależna od autosomalnego genu występującego w populacji w czterech allelach, które w poniższej tabeli zostały uszeregowane wraz z ich malejącą dominacją.

Allel	Allele nad którymi dominuje (dominacja zupełna)	Warunkowany fenotyp
$\mathbf{A^w}$	$\mathbf{a^y}$, $\mathbf{a^t}$, **a**	wilczasty
$\mathbf{a^y}$	$\mathbf{a^t}$, **a**	płowy
$\mathbf{a^t}$	**a**	czarny podpalany
a	–	czarny

ZADANIE 4.

Zadanie 4.1. (0-2)

Zapisz krzyżówkę psa o genotypie A^wa^y oraz suki o genotypie a^ta. Określ fenotypy rodzicielskie, a także fenotypy potomstwa z pokolenia F_1 i ich stosunek ilościowy.

♂ \ ♀	a^t	a
A^w	A^wa^t	A^wa
a^y	a^ya^t	a^ya

Fenotypy rodziców: **suka - czarna podpalana, pies - wilczasty**

Fenotypy potomstwa z pokolenia F_1: **wilczasty i płowy**

Stosunek ilościowy potomstwa z pokolenia F_1 = **1 : 1**

ZADANIE 4.

Zadanie 4.2. (0-1)

Określ, czy wilczasty pies może być potomkiem pary rodzicielskiej, w której zarówno pies, jak i suka mają sierść płową. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do sposobu dziedziczenia tej cechy.

1 p. — za określenie, że wilczasty pies nie może być potomkiem wskazanej pary rodziców oraz za poprawne uzasadnienie odnoszące się do dziedziczeni tej cechy

- Nie może być potomkiem tej pary, ponieważ sierść wilczasta jest warunkowana przez allel dominujący nad wszystkimi pozostałymi i fenotyp wilczasty musi się ujawnić co najmniej u jednego z rodziców wilczastego psa.
- Nie, ponieważ żaden z rodziców nie posiada allelu A^w, który warunkuje wilczastą sierść, więc nie przekaże go swojemu potomkowi. Gdyby któryś z rodziców taki allel posiadał, to miałby wilczastą sierść, ponieważ allel A^w dominuje nad allelem a^y, który warunkuje płową sierść.

ZADANIE 5.



Zadanie 5.

Hodowanych jest kilka ras psów niemal zupełnie pozbawionych włosów, np. nagi chiński grzywacz czy nagi meksykańczyk. Brak owłosienia u tych psów spowodowany jest dominującym allelem genu autosomalnego, który w układzie homozygotycznym powoduje śmierć w stadium zarodkowym. W celu uzyskania liczniejszych miotów często kojarzy się osobniki nagie z osobnikami odmiany owłosionej.

Zadanie 5.1. (0-2)

Oceń czy wymienione stwierdzenia dotyczące dziedziczenia opisanej cechy są prawdziwe. Zaznacz P, jeżeli stwierdzenie jest prawdziwe lub F - jeśli jest fałszywe.

1.	Żywe nagie meksykańczyki są heterozygotami.	**P**	**F**
2.	W potomstwie meksykańczyka nagiego i owłosionego nie powstają zarodki o letalnym układzie alleli.	**P**	**F**
3.	Po skrzyżowaniu meksykańczyka nagiego i owłosionego w miocie występują tylko nagie szczenięta.	**P**	**F**

ZADANIE 5.

Zadanie 5.2. (0-2)

Określ, jaki będzie rozkład fenotypów (nagich i owłosionych) wśród potomstwa dwóch nagich meksykańczyków. Zapisz odpowiednią krzyżówkę, podając legendę dotyczącą zastosowanych oznaczeń alleli genu.

A — allel warunkujący brak włosów / sierści / nagą skórę
a — allel warunkujący obecność włosów / sierści / owłosienie

♂ \ ♀	**A**	**a**
A	~~**AA**~~	**Aa**
a	**Aa**	**aa**

Stosunek fenotypów = **nagie meksykańczyki : owłosione meksykańczyki = 2 : 1**

ZADANIE 6.



Zadanie 6.

Przyjmuje się, że obecność lub brak dołków w policzkach oraz kształt warg to cechy warunkowane u człowieka przez dwa geny, leżące na różnych autosomach. Występowanie policzków z dołkami warunkuje dominujący allel D, a występowanie szerokich warg —dominujący allel W. Kobieta o policzkach bez dołków i wąskich wargach spodziewa się dziecka, którego ojcem jest mężczyzna mający dołki w policzkach i szerokie wargi, będący heterozygotą pod względem obu genów.

Zadanie 6.1. (0-1)

Zapisz genotypy kobiety i mężczyzny.

Genotyp matki: **ddww** lub **wwdd** Genotyp ojca: **DdWw** lub **WwDd**

ZADANIE 6.



Zadanie 6.2. (0-2)

Określ prawdopodobieństwo (w %) wystąpienia wśród potomstwa tej pary dziecka, które pod względem obu cech będzie miało taki sam fenotyp jak jego matka. Uzasadnij odpowiedź za pomocą krzyżówki lub obliczeń.

♀ \ ♂	DW	Dw	dW	dw
dw	DdWw	Ddww	ddWw	<u>ddww</u>

P = 1/4 = **25%**

ZADANIE 7.



Zadanie 7.

U groszku pachnącego (*Lathyrus odoratus*) autosomalne allele (**A**) i (**B**) dwóch różnych genów kodują dwa enzymy odpowiedzialne za wytworzenie różowego barwnika płatków kwiatów. Każdy z tych enzymów katalizuje jeden z dwóch etapów syntezy barwnika różowego i brak nawet jednego z nich powoduje białą barwę kwiatów. Skrzyżowano dwie biało kwitnące rośliny, w wyniku czego w pokoleniu pierwszym (F_1) otrzymano wyłącznie rośliny mające kwiaty różowe o genotypie AaBb, gdzie recesywne allele tych genów (**a**) i (**b**) to zmutowane allele kodujące niefunkcjonalne enzymy. Każdy z dwóch genów odpowiedzialnych za wytworzenie różowego barwnika kwiatów występuje w populacji groszku w postaci dwóch alleli.

Zadanie 7.1. (0-1)

Podaj wszystkie możliwe genotypy roślin o kwiatach białych oraz podkreśl wśród nich dwa, których skrzyżowanie ze sobą doprowadzi do uzyskania wyłącznie roślin o kwiatach różowych.

AAbb, Aabb, aabb, aaBb, aaBB (kolejność nie ma znaczenia)

ZADANIE 7.

Zadanie 7.2. (0-2)

Wykonaj krzyżówkę genetyczną (szachownicę Punnetta) i na jej podstawie określ fenotypy pokolenia drugiego (F_2) powstałego po skrzyżowaniu roślin o genotypach AaBb. Podaj, w jakim stosunku liczbowym występują fenotypy w pokoleniu F_2.

P: **AaBb** x **AaBb**

♀ \ ♂	**AB**	**Ab**	**aB**	**ab**
AB	**AABB**	**AABb**	**AaBB**	**AaBb**
Ab	**AABb**	**AAbb**	**AaBb**	**Aabb**
aB	**AaBB**	**AaBb**	**aaBB**	**aaBb**
ab	**AaBb**	**Aabb**	**aaBb**	**aabb**

Fenotypy w pokoleniu F_2: **kwiaty różowe, kwiaty białe lub kwiaty białe, kwiaty różowe**

Stosunek liczbowy fenotypów F_2: **9 : 7 lub 7 : 9**

ZADANIE 7.



Zadanie 7.3. (0-2)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące dziedziczenia barwy kwiatów u groszku pachnącego są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F — jeśli jest fałszywa.

1.	Każdy z dwóch enzymów niezbędnych do wytworzenia różowego barwnika kwiatów u groszku pachnącego kodowany jest przez allele wielokrotne.	**P**	**F**
2.	Podwójne heterozygoty groszku mają fenotyp mieszany, czyli prezentują barwy kwiatów każdego z obojga homozygotycznych rodziców.	**P**	**F**
3.	Cecha — biała barwa — kwiatów groszku ujawnia się u osobnika będącego pojedynczą lub podwójną homozygotą recesywną.	**P**	**F**

ZADANIE 8.



Zadanie 8.

U bydła brak rogów dominuje zupełnie nad ich występowaniem. Bezrożnego buhaja skrzyżowano z trzema krowami. Potomstwo urodzone przez:

- rogatą krowę nr 1. — było rogate,
- bezrożną krowę nr 2. — było rogate,
- bezrożną krowę nr 3. — było bezrożne.

Zadanie 8.1. (0-1)

Podaj genotyp buhaja i wszystkie możliwe genotypy krów: 1., 2. i 3., przy czym allel warunkujący bezrożność oznacz literą B.

Genotyp buhaja: **Bb** Możliwe genotypy krów: 1. **bb** 2. **Bb** 3. **BB** i **Bb**

ZADANIE 8.

Zadanie 8.2. (0-2)

Zapisz krzyżówkę genetyczną (szachownicę Punnetta) i na jej podstawie określ stosunek liczbowy genotypów i fenotypów potomstwa bezrożnego buhaja i krowy nr 2.

♂ \ ♀	**B**	**b**
B	**BB**	**Bb**
b	**Bb**	**bb**

Stosunek liczbowy genotypów potomstwa: **1 : 2 : 1**

Stosunek liczbowy fenotypów potomstwa: **bezrożne** : **rogate = 3 : 1**

ZADANIE 8.

Uwaga:

- *Uznaje się zastosowanie innych niż podane oznaczeń literowych alleli, jeżeli jest podana legenda.*
- *Uznaje się pominięcie określenia fenotypów jeżeli były one poprawnie przyporządkowane genotypom w zadaniu 8.1, albo wpisane zostały do krzyżówki.*
- *Nie uznaje się zastosowania innych oznaczeń literowych alleli bez podania legendy. W takim przypadku zdający otrzymuje: 0 p. za zadanie 8.1, i pełną punktację za prawidłowe rozwiązanie zadania 8.2, jeżeli oznaczenia były stosowane konsekwentnie w całym zadaniu.*

ZADANIE 9.

Zadanie 9.

W układzie grupowym krwi Rh wyróżnia się dwie grupy krwi: Rh^+ (obecność w błonie krwinek aglutynogenu D) i Rh^- (brak aglutynogenu D w błonach krwinek). Czynnik D dziedziczy się jednogenowo i autosomalnie. W tabeli przedstawiono różne zestawy genotypów rodziców. Allel warunkujący obecność aglutynogenu grupy krwi Rh^+ oznaczono literą **D**, natomiast literą **d** — allel warunkujący jego brak.

	Matka	**Ojciec**
A	Dd	Dd
B	dd	DD
C	DD	dd
D	dd	Dd
E	Dd	dd

ZADANIE 9.



Zadanie 9.1. (0-1)

Podaj oznaczenie literowe przypadku (A—E), w którym prawdopodobieństwo wystąpienia konfliktu serologicznego między organizmem matki i dziecka wynosi 100%.

B

Zadanie 9.2. (0-1)

Wypisz wszystkie oznaczenia literowe tych przypadków (A—E), w których na pewno nie może wystąpić konflikt serologiczny między organizmem matki i dziecka.

A, C, E

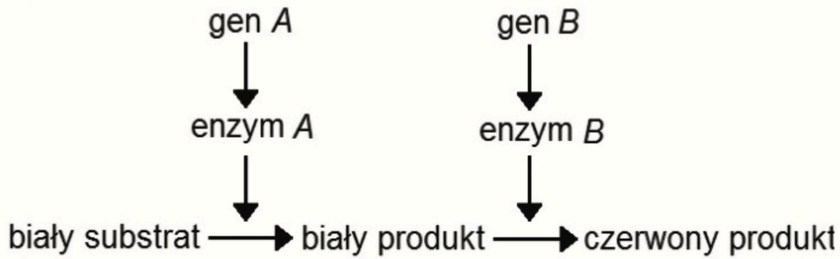
ZADANIE 10.

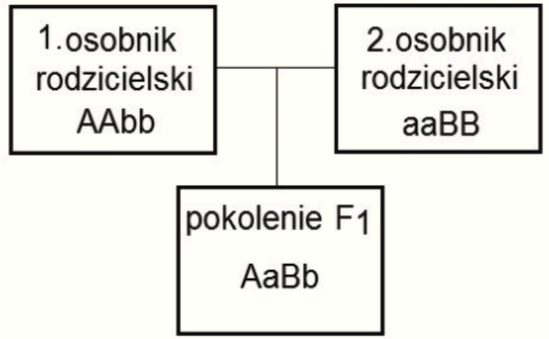
Zadanie 10. (0-2)

Geny A, B, C i D kodują w układzie pełnej dominacji odpowiednio enzymy A i B, odpowiedzialne za wytworzenie produktu w postaci czerwonego barwnika z białego substratu, oraz enzymy C i D — odpowiedzialne za wytworzenie produktu w postaci barwnika purpurowego, również z białego substratu.

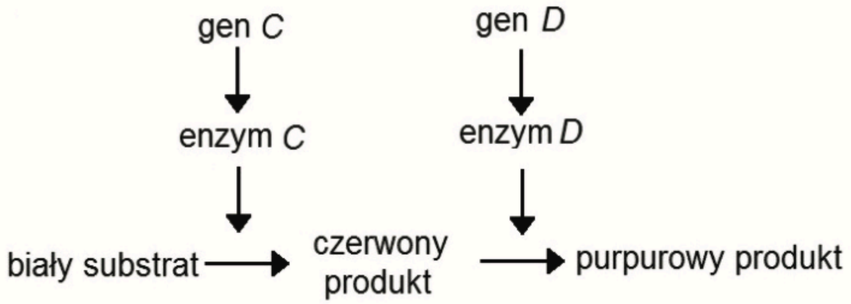
Na schematach I i II przedstawiono sposób dziedziczenia każdej z barw wraz z przykładem odpowiedniej krzyżówki genetycznej.

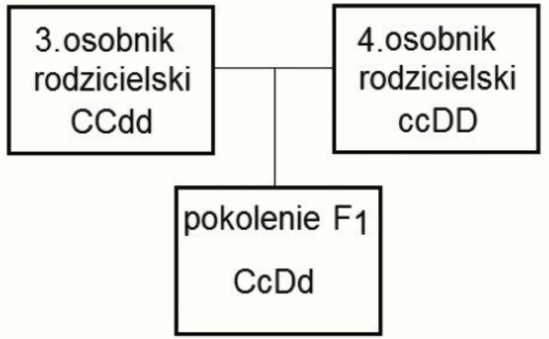
I





II





Na podstawie: H. Fletcher, I. Hickey, P. Winter, *Genetyka. Krótkie wykłady*, Warszawa 2010.

ZADANIE 10.



Podaj fenotypy rodzicielskie oraz fenotypy pokolenia F_1 w każdej z przedstawionych krzyżówek (I i II).

I. rodzic 1: **biały** rodzic 2: **biały** F_1: **czerwony**

II. rodzic 3 **czerwony** rodzic 4 **biały** F_1 **purpurowy**

ZADANIE 11.

Zadanie 11.

U ptaków dziedziczenie płci jest odmienne niż u ssaków. Płeć męska jest homogametyczna (chromosomy płci samca oznacza się ZZ), natomiast samice są heterogametyczne (ZW).
U kury domowej na chromosomie Z występuje gen, który odpowiada za rodzaj upierzenia — dominujący allel tego genu (**B**) powoduje okresowe hamowanie odkładania się czarnego pigmentu podczas wzrostu pióra, co skutkuje pojawianiem się jasnych oraz czarnych prążków na chorągiewce i daje upierzenie zwane jastrzębiatym (paskowanym), natomiast allel recesywny (**b**) warunkuje upierzenie jednolicie czarne. Skrzyżowano jastrzębiatego koguta z jednolicie czarną kurą i otrzymano potomstwo czarne i jastrzębiate.

Zadanie 11.1. (0-2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące dziedziczenia opisanej cechy kury domowej są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F — jeśli jest fałszywe.

1.	Opisana cecha kury domowej jest sprzężona z płcią.	**P**	**F**
2.	Jastrzębiate koguty zawsze są heterozygotami.	**P**	**F**
3.	Samice nie mogą mieć upierzenia jastrzębiatego	**P**	**F**

ZADANIE 11.

Zadanie 11.2. (0-1)

Zapisz genotypy krzyżowanych osobników. Wykorzystaj oznaczenia literowe alleli i chromosomów podane w tekście.

Genotyp samicy (kury): Z^bW Genotyp samca (koguta): Z^BZ^b

Uwaga:

- *0 p. za zapisy układów: ZWb i ZZBb (niejednoznaczna przynależność allelu b do chromosomu w przypadku kury oraz brak indeksu górnego przy zapisie alleli); ZbW i ZBZb (brak indeksu górnego przy zapisie alleli); Z_bW i Z_BZ_b (indeks dolny przy zapisie alleli).*

- *0 p. – za genotypy z zapisem chromosomów X i Y zamiast Z i W.*

ZADANIE 11.

Zadanie 11.3. (0-2)

Wykonaj odpowiednią krzyżówkę genetyczną (szachownicę Punnetta) i na jej podstawie określ możliwe fenotypy potomstwa, uwzględniające upierzenie i płeć. Dla każdego z fenotypów określ prawdopodobieństwo, że z kolejnego jaja wykluje się ptak o określonych cechach.

♂ \ ♀	Z^b	W
Z^B	Z^BZ^b	Z^BW
Z^b	Z^bZ^b	Z^bW

Fenotypy potomstwa i ich stosunek:

- **jastrzębiate samice : jastrzębiate samce : czarne samice : czarne samce = 1:1:1:1**
- **25% jastrzębiate kury, 25% jastrzębiate koguty, 25% czarne kury, 25% czarne koguty.**
- **1/4 jastrzębiate kury, 1/4 jastrzębiate koguty, 1/4 czarne kury, 1/4 czarne koguty.**

ZADANIE 11.

Uwaga:

- *Zdający może otrzymać pełną punktację (2 p.) za poprawną krzyżówkę, jeżeli nie uzyskał punktów za użycie błędnych symboli w zapisie genotypów wymienionych w uwadze do zadania 11.2, pod warunkiem, że zapisy w obu zadaniach (11.2 i 11.3) są spójne, a krzyżówka i dalsza część zadania 11.3 rozwiązana jest poprawnie.*

- *Zdający może otrzymać maksymalną liczbę punktów, jeżeli w odpowiedzi zapisał jedynie stosunek liczbowy (1:1:1:1; wszystkie fenotypy w równej proporcji), ale w poprawnie wykonanej krzyżówce opisał fenotypy (płeć i kolor) przy wszystkich genotypach.*

- *Zdający otrzymuje tylko 1 p., jeżeli jako interpretację poprawnie wykonanej krzyżówki zapisał: 1 kogut jastrzębiaty, 1 kogut czarny, 1 samica jastrzębiata, 1 samica czarna (przepisanie tabeli w jednym wierszu zamiast określenia rozkładu).*

- *Nie uznaje się odpowiedzi, w której zdający określił rozkład 1:1:1:1 w oparciu o krzyżówkę nieuwzględniającą sprzężenia tej cechy z płcią (wymaga się poprawnego zapisu chromosomów i poprawnego zapisu alleli, tzn. samiec zawiera dwa homologiczne chromosomy mające opisany allel, a samica zawiera dwa różne chromosomy, z których tylko ten występujący u samca ma opisany allel).*

ZADANIE 12.

Zadanie 12. (0-2)

U królików podstawowe typy umaszczenia uwarunkowane są szeregiem alleli wielokrotnych (**B**, **b^h**, **b**) o pełnej dominacji. Umaszczenie dzikie warunkuje allel **B**, himalajskie – allel **b^h**, który jest recesywny względem **B** i dominujący względem **b**, natomiast umaszczenie albinotyczne warunkuje allel **b** w układzie homozygotycznym. Cecha dziedziczona jest autosomalnie. Samica o umaszczeniu himalajskim i samiec o umaszczeniu dzikim mają albinotyczne potomstwo.

Określ prawdopodobieństwo, że kolejny potomek tej pary królików także będzie albinosem. Odpowiedź uzasadnij – zapisz krzyżówkę genetyczną (szachownicę Punnetta), posługując się oznaczeniami alleli podanymi w tekście.

♂ \ ♀	**b^h**	**b**
B	**Bb^h**	**Bb**
b	**b^hb**	**<u>bb</u>**

P = 1/4 = **25%**

ZADANIE 13.

Zadanie 13. (0-2)

Samce ptaków są homogametyczne (ZZ), natomiast samice – heterogametyczne (ZW). U kury domowej na chromosomie Z występuje gen, który odpowiada za kolor upierzenia: dominujący allel ***B*** tego genu warunkuje upierzenie srebrzyste, natomiast recesywny allel ***b*** – upierzenie złociste.

Skrzyżowano srebrzystą kurę ze srebrzystym kogutem, a wśród ich potomstwa były kurczaki srebrzyste oraz złociste.

Podaj oczekiwany stosunek fenotypowy kurczaków srebrzystych i złocistych w potomstwie tej pary ptaków oraz określ prawdopodobieństwo, że złocisty kurczak będzie samicą. Odpowiedzi uzasadnij, zapisując krzyżówkę genetyczną.

♂ \ ♀	Z^B	W
Z^B	Z^BZ^B	Z^BW
Z^b	Z^BZ^b	Z^bW

Oczekiwany stosunek fenotypowy =
kurczaki srebrzyste : kurczaki złociste = 3:1.

Prawdopodobieństwo = **100%**

ZADANIE 14.

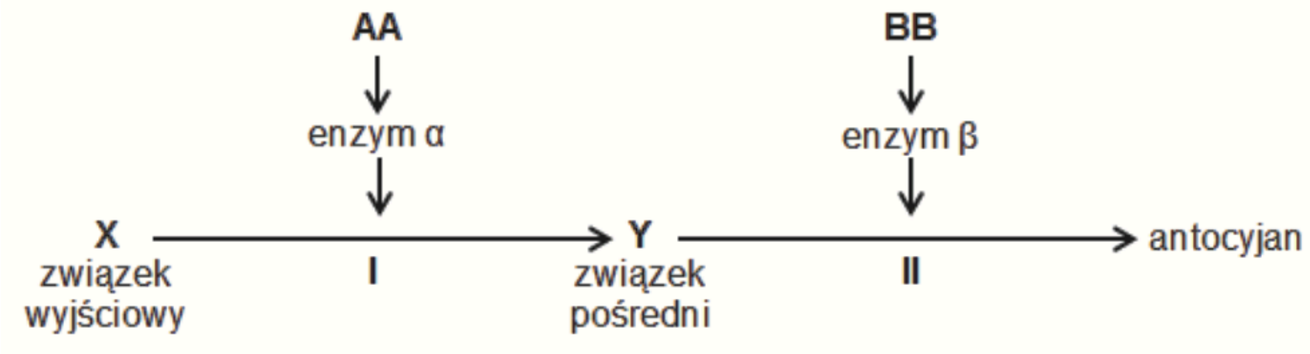
Zadanie 14.

Synteza antocyjanów, nadających np. barwę kwiatom, jest w roślinach warunkowana przez allele dwóch genów dziedziczących się niezależnie. Allele dominujące tych genów **A** i **B** warunkują wytwarzanie enzymów **α** i **β**, odpowiedzialnych za syntezę antocyjanów w dwóch etapach:

- w I etapie — enzym α odpowiada za wytwarzanie bezbarwnego związku pośredniego,
- w II etapie— enzym β odpowiada za przekształcanie tego bezbarwnego związku w antocyjan.

Allele recesywne tych genów **a** i **b** warunkują brak syntezy antocyjanów w odpowiednich etapach. Rośliny o genotypie **AABB** mają kwiaty czerwone, rośliny o genotypie **aabb** —kwiaty białe. Do wytworzenia barwnika niezbędna jest obecność przynajmniej jednego allelu dominującego każdego z dwóch tych genów.

Na schemacie, w sposób uproszczony, przedstawiono syntezę antocyjanów w roślinie w zależności od alleli warunkujących produkcję enzymów.



ZADANIE 14.

Zadanie 14.1. (0-2)

Zapisz genotypy i fenotypy roślin, jeżeli:

1. **roślina ma oba allele pierwszego genu recesywne, a oba allele drugiego genu — dominujące.**

Genotyp: **aaBB** Fenotyp: **biały**

2. **roślina ma oba allele pierwszego genu dominujące, a oba allele drugiego genu — recesywne.**

Genotyp: **AAbb** Fenotyp: **biały**

Zadanie 14.2. (0-1)

Podaj, jaki będzie stosunek roślin o kwiatach czerwonych i białych w potomstwie dwóch podwójnie heterozygotycznych roślin o kwiatach czerwonych (AaBb).

9 czerwonych : 7 białych

GENY DOPEŁNIAJĄCE SIĘ



bezbarwny związek wyjściowy

enzym 1 ↓ allel A

bezbarwny związek pośredni

enzym 2 ↓ allel B

fioletowy barwnik

P:  **AAbb** x **aaBB** 

F_1 : 100% osobników **AaBb** 

F_2 :

	AB	**Ab**	**aB**	**ab**
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

stosunek fenotypów = kwiaty **fioletowe** : kwiaty **białe** = **9** : **7**

ZADANIE 15.

Zadanie 15.

U kotów brytyjskich produkcja eumelaniny, czyli czarnego barwnika, jest modyfikowana przez trzy allele genu autosomalnego, które w zależności od układu, w jakim pojawiają się w genotypie kota, determinują kolor włosa:

B - allel dominujący w stosunku do pozostałych, warunkujący barwę czarną,

b - allel recesywny w stosunku do **B**, ale dominujący w stosunku do $\mathbf{b^1}$, warunkujący barwę czekoladową,

$\mathbf{b^1}$ - allel recesywny zarówno w stosunku do **B**, jak i do **b**, warunkujący barwę cynamonową.

Ekspresja genu odpowiedzialnego za produkcję eumelaniny modyfikowana jest przez autosomalny gen z innego chromosomu, którego allel *D* warunkuje równomierne rozproszenie barwnika, co daje normalną barwę włosa, natomiast recesywny allel **d** sprawia, że pigment występuje w skupiskach, co skutkuje rozjaśnieniem (rozmyciem) kolorów: czarnego — do niebieskiego, czekoladowego — do liliowego, a cynamonowego — do płowego.

ZADANIE 15.

Zadanie 15.1. (0-1)

Zapisz, stosując podane oznaczenia alleli genów, genotypy kotów brytyjskich: cynamonowej samicy i czarnego samca, w których potomstwie znajdują się kocięta czarne, czekoladowe, niebieskie oraz liliowe.

Genotyp cynamonowej samicy: **b^1b^1Dd** Genotyp czarnego samca: **BbDd**

Uwaga:

- *Uznaje się odpowiedzi, w których obok prawidłowych genotypów zdający zapisał także właściwe chromosomy płci, np.: b^1b^1Dd XX oraz BbDd XY.*

- *Nie uznaje się odpowiedzi, w których zastosowano inne oznaczenia alleli niż podane w tekście lub zdający zapisał tę cechę jako sprzężoną z płcią.*

ZADANIE 15.

Zadanie 15.2. (0-2)

Zapisz krzyżówkę genetyczną (szachownicę Punnetta) cynamonowej samicy i czarnego samca (rodziców z zadania 15.1) i na podstawie tej krzyżówki określ prawdopodobieństwo, że kolejne kocię tych rodziców będzie niebieskie.

♀ \ ♂	**BD**	**Bd**	**bD**	**bd**
b^1D	**Bb^1DD**	**Bb^1Dd**	**bb^1DD**	**bb^1Dd**
b^1d	**Bb^1Dd**	**<u>Bb^1dd</u>**	**bb^1Dd**	**bb^1dd**

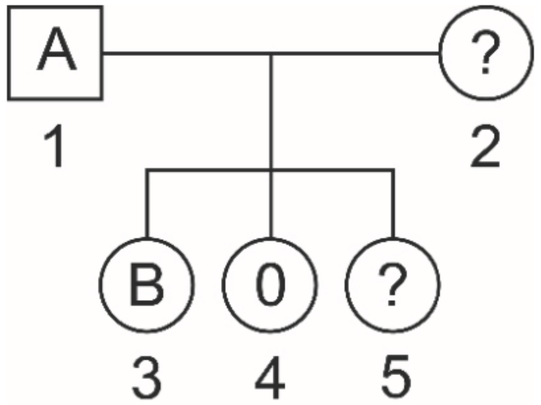
Prawdopodobieństwo, że kolejne kocię będzie niebieskie = **1/8** lub **0,125** lub **12,5%**

Dopuszczalne zaokrąglenie do pełnych procentów: 12% lub 13%

ZADANIE 16.

Zadanie 16.

Grupy krwi człowieka w układzie AB0 są determinowane przez trzy allele: **I^A, I^B, i.** Na poniższym schemacie rodowodu uwzględniono grupy krwi niektórych osób: ojca oznaczonego numerem 1. oraz dwóch córek oznaczonych numerami 3. i 4. Grupy krwi matki oznaczonej numerem 2. i trzeciej córki oznaczonej numerem 5. nie są znane.



Zadanie 16.1. (0-1)

Podaj genotypy osób oznaczonych numerami 1., 3. i 4., używając symboli allen podanych w tekście.

osoba 1.: I^Ai osoba 3.: I^Bi osoba 4.: ii

ZADANIE 16.



Zadanie 16.2. (0-1)

Podaj genotyp matki i określ jej grupę krwi.

Genotyp matki: I^Bi Grupa krwi matki: **B**

Zadanie 16.3. (0-2)

Oblicz prawdopodobieństwo, że córka oznaczona numerem 5. ma grupę krwi B. Zapisz krzyżówkę genetyczną (szachownicę Punneta).

♂ \ ♀	I^B	i
I^A	I^AI^B	I^Ai
i	I^Bi	ii

Prawdopodobieństwo, że córka oznaczona numerem 5. ma grupę krwi B = **1/4** = **0,25** = **25%**

ZADANIE 17.

Zadanie 17.

Ze względu na występowanie swoistych antygenów na powierzchni erytrocytów wyróżnia się u ludzi wiele układów grupowych krwi. Największe znaczenie ze względów praktyki lekarskiej ma układ AB0. Gen warunkujący grupy krwi układu AB0 znajduje się **na chromosomie 9** i ma trzy allele: I^A, I^B, i.

W latach trzydziestych ubiegłego wieku opisano grupy krwi układu MN. Gen odpowiedzialny za występowanie antygenów tego układu ma: locus **na chromosomie 4** i dwa kodominujące allele (L^M i L^N) warunkujące grupę M, N lub MN.

Kobieta mająca grupę krwi AB N urodziła dziecko, którego ojciec ma grupę krwi 0 M.

ZADANIE 17.

Zadanie 17.1. (0-1)

Określ, czy geny warunkujące grupy krwi układu ABO i układu MN są ze sobą sprzężone. Odpowiedź uzasadnij.

1 p. – za określenie, że nie są to geny sprzężone, i poprawne uzasadnienie, odnoszące się do ich występowania na różnych chromosomach.

Te geny nie są sprzężone, ponieważ:

- występują w różnych chromosomach – jeden w 4, a drugi w 9.
- jeden występuje na 4 chromosomie, a drugi na 9.

Uwaga: uznaje się odpowiedzi: Te geny nie są sprzężone, ponieważ:

- *nie występują w tym samym chromosomie.*
- *są położone na różnych chromosomach / na chromosomach niehomologicznych.*

ZADANIE 17.

Zadanie 17.2. (0-1)

Zapisz genotypy opisanych rodziców — kobiety mającej grupę krwi AB N i mężczyzny mającego grupę krwi 0 M. Wykorzystaj podane w tekście oznaczenia alleli warunkujących oba rodzaje grup krwi.

Genotyp matki: $I^AI^BL^NL^N$ lub $L^NL^NI^AI^B$ Genotyp ojca: $ii L^ML^M$ lub L^ML^Mii

Uwaga:

- *Uznaje się zapis, w którym obok genotypów warunkujących grupy krwi zdający zapisał symbole chromosomów płci (matka XX, ojciec XY).*

- *Nie uznaje się zapisów genotypów: (1) nieuwzględniających wszystkich czterech alleli genów warunkujących łącznie obie grupy krwi, np. $I^AI^BL^N$, (2) z nieprawidłową kolejnością alleli, np. $I^AL^NI^BL^N$, (3) z oznaczeniami alleli innymi niż podane w treści zadania, np. I^AI^BNN (za wyjątkiem „i^0” zamiast „i”), (4) zapisów z przecinkiem pomiędzy parami alleli.*

ZADANIE 17.

Zadanie 17.3. (0-1)

Określ i zaznacz spośród A—E prawdopodobieństwo, że kolejne dziecko tej pary będzie miało grupę krwi A MN. Odpowiedź uzasadnij, zapisując krzyżówkę genetyczną.

A. 0% B. 25% **C. 50%** D. 75% E. 100%

Krzyżówka:

♂ \ ♀	I^AL^N	I^BL^N
iL^M	$I^AiL^ML^N$	$I^BiL^ML^N$

Uwaga: Uznaje się odpowiedzi, w których zdający nie zaznaczył odpowiedzi C, ale poprawnie wykonał krzyżówkę i przy niej zapisał prawdopodobieństwo 50% lub 1/2, lub 0,5, a także odpowiedzi, w których zostały pomylone lub pominięte symbole płci lub zapisane inne niż w treści zadania oznaczenia alleli, pod warunkiem, że te oznaczenia są stosowane konsekwentnie w rozwiązaniu zadań 17.2 i 17.3.

ZADANIE 18.



Zadanie 18.

U muszki owocowej allel warunkujący długie skrzydła (**A**) dominuje nad allelem skrzydeł szczątkowych (**a**), natomiast szara barwa ciała (**B**) dominuje nad barwą czarną (**b**). Geny zlokalizowane są na jednym chromosomie. Podwójnie heterozygotyczną samicę o długich skrzydłach i szarej barwie ciała skrzyżowano z samcem o szczątkowych skrzydłach i czarnym ciele. W pokoleniu F_1 otrzymano 1000 osobników potomnych o następujących genotypach:

Aabb — 410

aaBb — 405

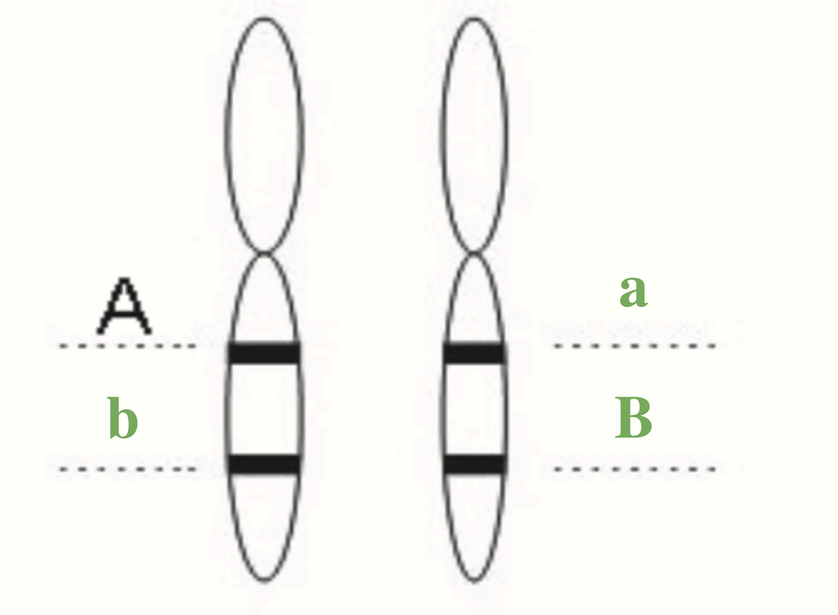
AaBb — 90

aabb — 95

ZADANIE 18.

Zadanie 18.1. (0-1)

Na podstawie analizy wyników krzyżowania wpisz w wyznaczone miejsca obok chromosomów homologicznych symbole literowe alleli (oznaczone kreskami) heterozygotycznej samicy z pokolenia rodzicielskiego o genotypie AaBb.



ZADANIE 18.

Zadanie 18.2. (0-1)

Z pokolenia F_1 wypisz genotypy zrekombinowane i określ ich fenotypy.

AaBb – długie skrzydła, szara barwa ciała **aabb – szczątkowe skrzydła, czarna barwa ciała**

lub

AB/ab – długie skrzydła, szara barwa ciała **ab/ab – szczątkowe skrzydła, czarna barwa ciała**

Zadanie 18.3. (0-1)

Podaj odległość wyrażoną w cM (centymorganach) między genem warunkującym długość skrzydeł a genem barwy ciała u muszki owocowej.

1 p. – za podanie prawidłowej odległości między genami – genem długości skrzydeł i genem barwy ciała wraz z podaniem jednostki.

18,5 cM / centymorganów

(ponieważ rekombinanty to 90 + 95 = 185, co stanowi dla 1000 osobników 18,5 %, co stanowi 18,5 cM)

ZADANIE 19.

Zadanie 19.

Geny odpowiadające za kolor ciała i kształt skrzydeł muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*) występują na chromosomie 2. Dominujący allel genu odpowiadającego za kolor ciała (**B**) determinuje szarą barwę, a recesywny allel (**b**) warunkuje ciemne zabarwienie. Kształt skrzydeł zależy od dwóch alleli innego genu: dominujący allel (**G**) warunkuje normalne, proste skrzydła, natomiast allel recesywny (**g**) — skrzydła wygięte.

Skrzyżowano podwójnie homozygotyczną, ciemną samicę o wygiętych skrzydłach z podwójnie heterozygotycznym, szarym samcem o prostych skrzydłach. Otrzymano liczne potomstwo o czterech fenotypach w różnej liczebności:

435 osobników szarych o prostych skrzydłach,

441 osobników ciemnych o skrzydłach wygiętych,

158 osobników szarych o skrzydłach wygiętych,

166 osobników ciemnych o prostych skrzydłach.

ZADANIE 19.

Zadanie 19.1. (0-1)

Zapisz genotypy krzyżowanych osobników: wykorzystaj podane w tekście oznaczenia alleli obu genów.

Genotyp samicy: **bbgg** lub **bg/bg** Genotyp samca: **BbGg** lub **BG/bg** lub **bg/BG**

Uwaga: zapis genotypu bb/gg jest nieprawidłowy.

Zadanie 19.2. (0-1)

Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Zrekombinowane układy alleli w potomstwie muszek o opisanych genotypach powstały dzięki procesowi crossing-over, który zaszedł w

A. **spermatocytach.**

B. oocytach.

C. plemnikach.

D. komórkach jajowych.

ZADANIE 19.

Zadanie 19.3. (0-1)

Oblicz odległość, w jakiej w chromosomie 2. leżą geny warunkujące kolor ciała i kształt skrzydeł muszki owocowej. Zapisz obliczenia.

(435+441+158+166=) 1200 osobników – 100%

324 rekombinantów – X%

324 x 100% = 1200 x X%

X = **27%**

Geny warunkujące kolor ciała i kształt skrzydeł muszki owocowej lezą od siebie w odległości około **27 cM / 27 jednostek mapowych**.

ZADANIE 19.

Zadanie 19.4. (0-1)

Zapisz oczekiwany stosunek fenotypów, który wystąpiłby w potomstwie tej pary muszek w sytuacji, gdyby geny warunkujące kolor ciała i kształt skrzydeł znajdowały się w różnych chromosomach.

Stosunek fenotypów:

szare o prostych skrzydłach : ciemne o wygiętych skrzydłach :

szare o wygiętych skrzydłach : ciemne o prostych skrzydłach =

1 : 1 : 1 : 1

Uwaga: odpowiedź dopuszczalna: 1/4 : 1/4 : 1/4 : 1/4 (po 1/4) lub 25% : 25% : 25% : 25% (po 25%).

ZADANIE 20.



Zadanie 20. (0-1)

Cztery geny — a, b, c i d — są ze sobą sprzężone. Ustalono następujące odległości między parami tych genów:

a — c = 10cM
c — b = 13 cM
b — a = 3 cM
d — a = 8 cM
d — c = 18 cM.

Podaj kolejność ułożenia na chromosomie genów: a, b, c i d.

d, b, a, c lub **c, a, b, d**

ZADANIE 21.

Zadanie 21. (0-2)

U *Drosophila melanogaster* recesywny allel (**sm**) determinuje nieowłosiony odwłok, a skrzydła wygięte w dół warunkuje recesywny allel (**c**). Oba te allele mają loci na drugim chromosomie w odległości 16 cM (jednostek mapowych).

Oblicz prawdopodobieństwo pojawienia się osobnika o nieowłosionym odwłoku i wygiętych skrzydłach wśród potomstwa heterozygotycznej samicy o genotypie SmC / smc oraz samca z nieowłosionym odwłokiem i wygiętymi skrzydłami.

$$\frac{SmC}{smc} \times \frac{smc}{smc}$$

♂ \ ♀	SmC	smc	Smc	smC
smc	$\frac{SmC}{smc}$ 42%	$\frac{smc}{smc}$ 42%	$\frac{SmC}{smc}$ 8%	$\frac{smC}{smc}$ 8%

rodzicielskie 84%

rekombinanty 16%

Prawdopodobieństwo pojawienia się osobnika o nieowłosionym odwłoku i wygiętych skrzydłach wynosi **42%**.

ZADANIE 22.

Zadanie 22.

Przewidywanie długości okrywy włosowej i umaszczenia kota domowego jest bardzo ważne dla hodowców tych zwierząt. Cechy te są uwarunkowane licznymi genami, z których nie wszystkie zostały poznane. Wiadomo, że długość okrywy włosowej jest determinowana przez gen autosomalny.

Krótka okrywa, typu rex warunkowana jest przez allel dominujący **L**, natomiast okrywa długa przez recesywny allel **l**. Znany jest także gen autosomalny determinujący dwa najważniejsze typy umaszczenia – czarne i pręgowane. Allel dominujący **B** warunkuje czarną barwę futra, recesywny allel **b** – umaszczenie pręgowane. Rude umaszczenie kota domowego, zwane także imbirowym lub pomarańczowym, wyznaczane jest przez znajdujący się na chromosomie X gen epistatyczny, który występuje w dwóch wariantach: dominujący allel **O** – warunkujący umaszczenie rude, recesywny allel **o** – umożliwiający ujawnienie się barwy kodowanej przez gen autosomalny. Gen warunkujący długość okrywy włosowej nie jest sprzężony z wymienionymi wyżej genami warunkującymi umaszczenie.

Ponieważ jeden z genów warunkujących barwę futra znajduje się na chromosomie X, na pojawienie się określonego umaszczenia ma wpływ fakt, że u samic ssaków dochodzi do losowej inaktywacji jednego z chromosomów X w każdej komórce somatycznej. Zatem u samicy w niektórych komórkach będzie unieczynniony allel pochodzący od ojca, a w innych – pochodzący od matki.

ZADANIE 22.



L - krótka okrywa
l - długa okrywa

B- czarna barwa futra
b – umaszczenie pręgowane

X^{O} - umaszczenie rude
X^{o} - czarne lub pręgowane umaszczenie (w zależności od B)

ZADANIE 22.

Zadanie 22.1. (0-1)

Określ, wybierając spośród A–C prawidłowe dokończenie zdania i wybierz odpowiednie jego uzasadnienie spośród 1.–3.

U kocura stwierdzono zespół Klinefeltera, zatem w jego kariotypie występuje dodatkowy chromosom X (39, XXY). Obecność dwóch chromosomów X powoduje, że jeden z nich, podobnie jak u samic, jest w każdej komórce losowo wyciszany. Kocur ten ma genotyp bbllX^{O}X^{o}Y, a więc wykazuje umaszczenie

A.	rude	ponieważ	**1.**	w części jego komórek będzie możliwe ujawnienie się umaszczenia kodowanego przez allel b.
B.	pręgowane		**2.**	dojdzie do wyciszenia allelu O w każdej komórce.
C.	rudo-pręgowane		**3.**	ma allel O, który uniemożliwia ujawnienie się umaszczenia kodowanego przez allel autosomalny b.

ZADANIE 22.



Zadanie 22.2. (0-2)

Określ, które stwierdzenia dotyczące umaszczenia i długości okrywy włosowej kota domowego są prawdziwe, a które fałszywe.

1.	Występowanie rudego umaszczenia jest możliwe tylko u kocurów, kotki nie mogą być rude.	**P**	**F**
2.	Jeżeli w potomstwie pojawi się fenotyp łaciaty rudo-czarny (umaszczenie szylkretowe) to matka musiała mieć przynajmniej jeden allel dominujący O.	**P**	**F**
3.	Krótkowłosy czarny kocur może być ojcem długowłosej pręgowanej kotki.	**P**	**F**