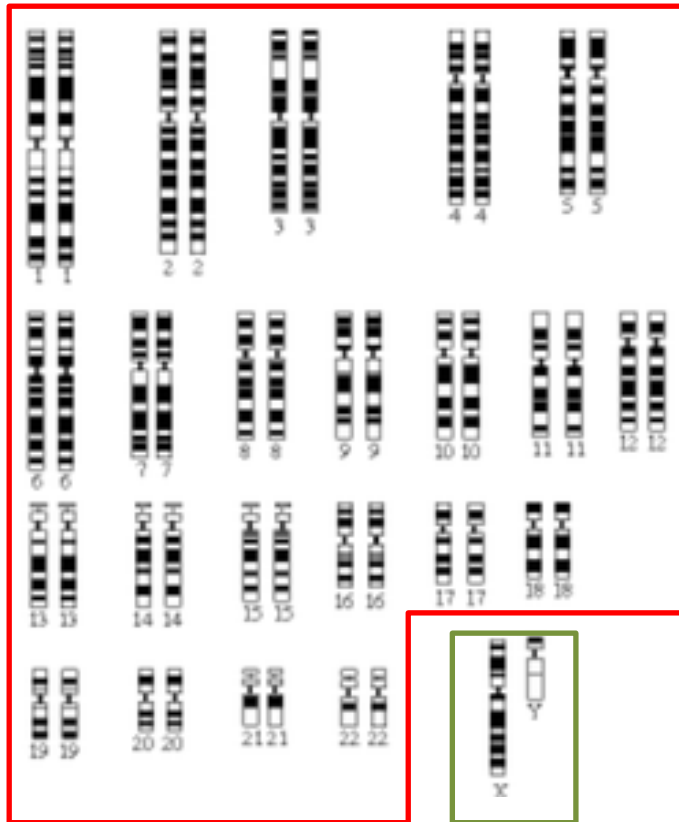


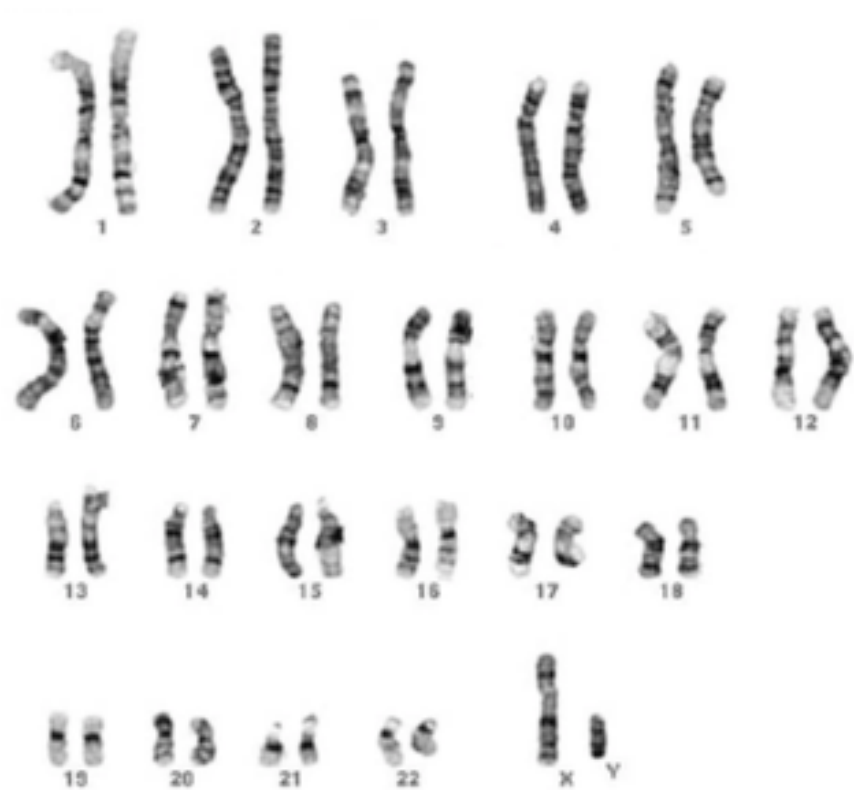
# Cechy sprzężone, ograniczone i pozostające pod wpływem płci

mgr inż. Marta Kloch, dr inż. Marlena Wojciechowska  
Katedra Genetyki i Ochrony Zwierząt  
Instytut Nauk o Zwierzętach  
SGGW w Warszawie

Ideogram



Obraz rzeczywisty kariotypu



**Autosomy** - wszystkie chromosomy kariotypu, z wyjątkiem **allosomów - chromosomów płci**.

**Chromosomy autosomalne** tworzą pary homologiczne. Chromosomy z jednej pary cechują się tą samą wielkością, kształtem oraz zlokalizowane są w nich geny odpowiadające za te same cechy. Występują u obu płci w tej samej liczbie.

**Chromosomy płci** (heterosomy, allosomy) różnią się kształtem, wielkością oraz informacją genetyczną jaka jest w nich zakodowana

Heterosomy u ssaków oznaczane są symbolami X i Y:



Płeć żeńska jest określana jako homogametyczna i zawiera chromosomy XX



Płeć męska jest określana jako heterogametyczna i zawiera chromosomy XY

Najczęstszy sposób zapisu genów sprzężonych z płcią na przykładzie hemofilii (*locus* genu w chromosomie X):

$X^H X^H$  homozygota dominująca

$X^H X^h$  heterozygota

$X^h X^h$  homozygota recesywna

$X^H Y$  hemizygota dominująca

$X^h Y$  hemizygota recesywna

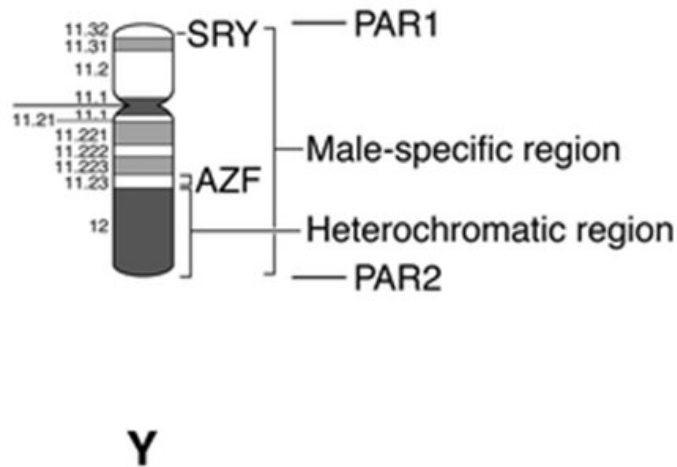
Symbol genu (allelu) zapisywany jest w indeksie górnym przy symbolu chromosomu w którym jest zlokalizowany

Jak widać powyżej, samice posiadać będą dwa allele dla omawianego genu, podczas gdy u samców możliwe jest wystąpienie tylko jednego z nich.

## Schematyczne przedstawienie chromosomów płci człowieka.

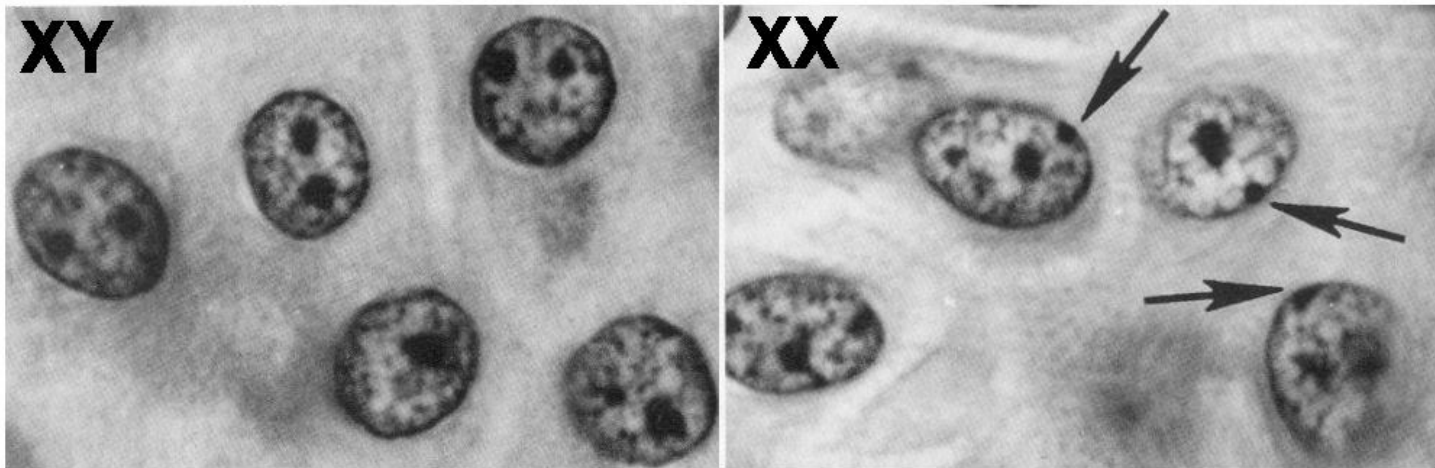
Na schemacie zaznaczono m.in. regiony pseudoautosomalne (PAR1 i PAR2), które wykazują homologię sekwencji nukleotydowej między chromosomem X oraz Y. Geny zlokalizowane w tych regionach będą dziedziczyły się jak geny autosomalne. Regiony te mogą również ulegać rekombinacji (crossing-over) podczas podziałów komórkowych.

Jednak zdecydowana większość genów zlokalizowanych w heterosomach będzie sprzężona z chromosomem X lub Y.



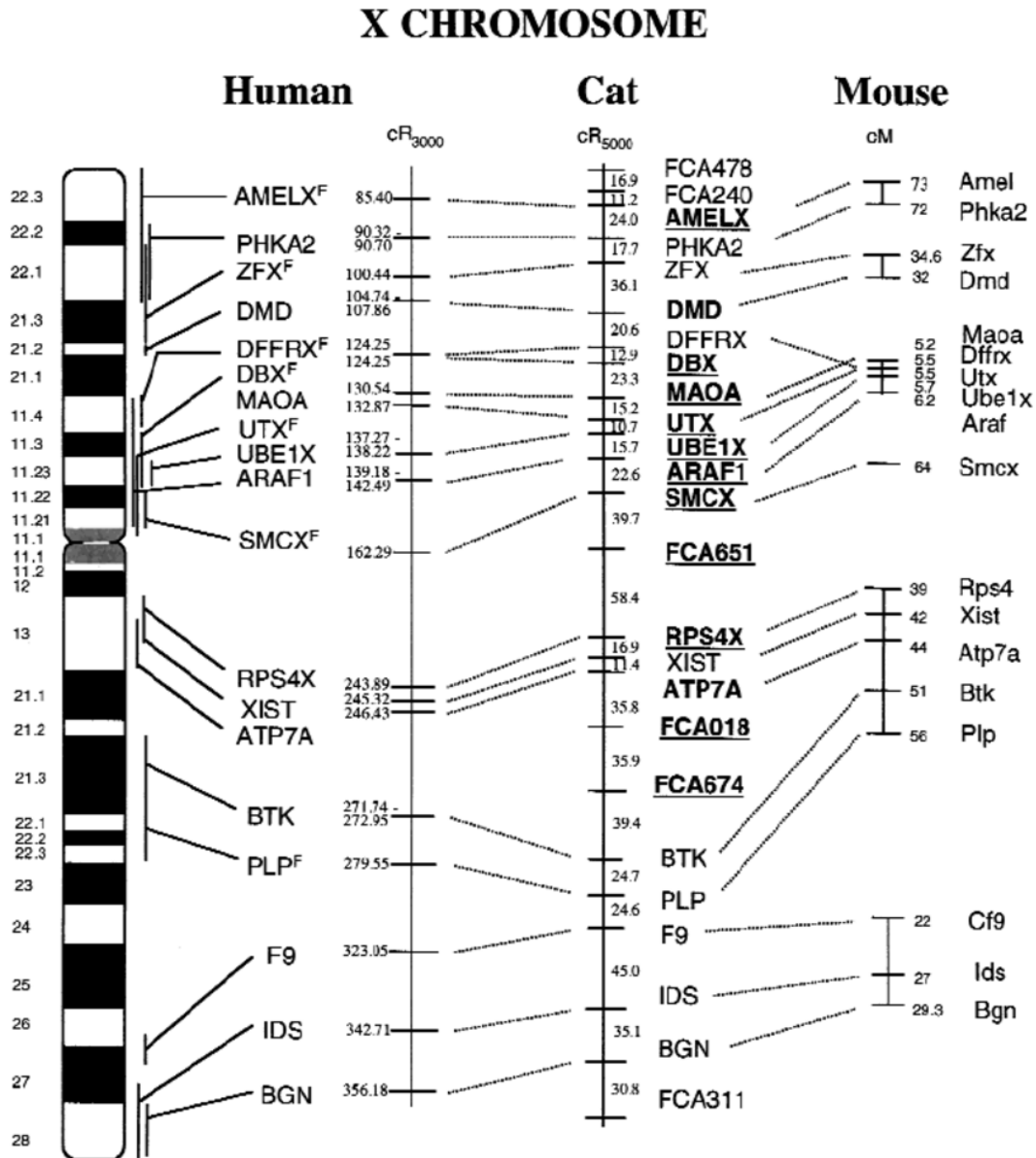
Znaczna różnica w wielkości chromosomów płci wywołuje dysproporcję w ilości materiału genetycznego i poziomie ekspresji genów między osobnikami odmiennych płci.

**Zjawisko kompensacji** przeciwdziała skutkom tych różnic. Polega on na losowej inaktywacji jednego z chromosomów X w komórkach somatycznych samicy. Chromosom ulega silnej kondensacji tworząc tzw. **ciałko Barra** i nie będzie aktywny transkrypcyjnie.

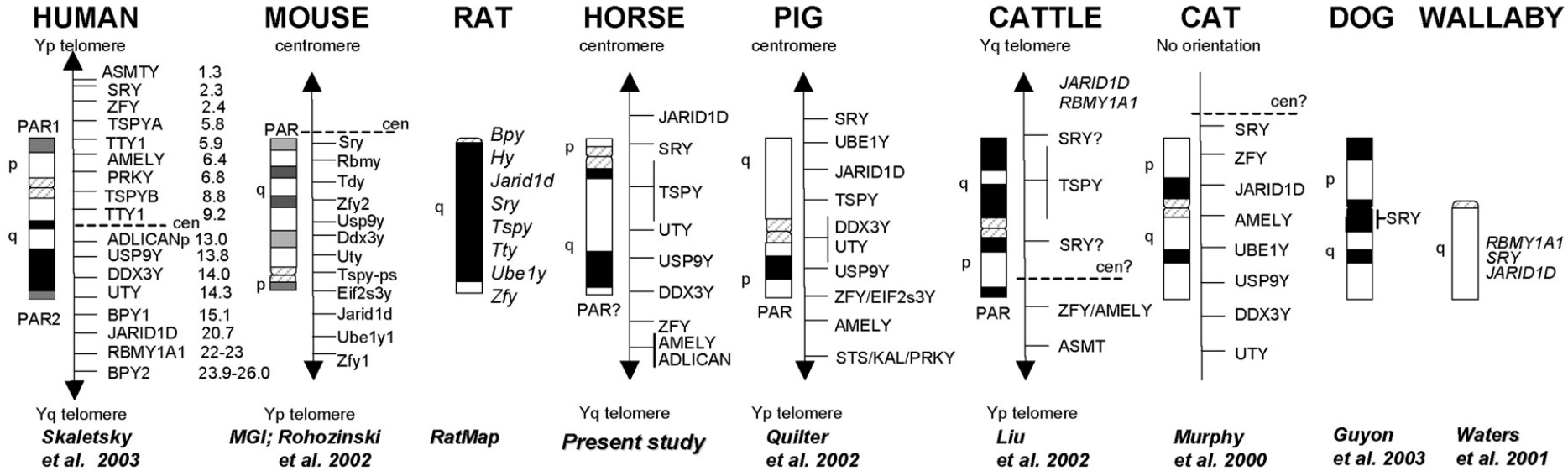


Strzałkami oznaczono ciała Barra

# Porównanie homologi chromosomu X między różnymi gatunkami



# Porównanie chromosomu Y między różnymi gatunkami



A detailed physical map of the horse Y chromosome, Terje Raudsepp

# Heterosomy u ptaków oznaczane są symbolami Z i W:

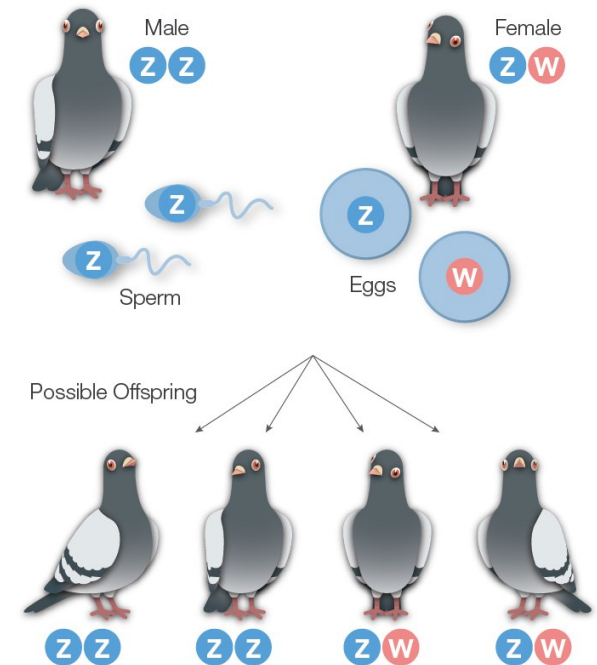
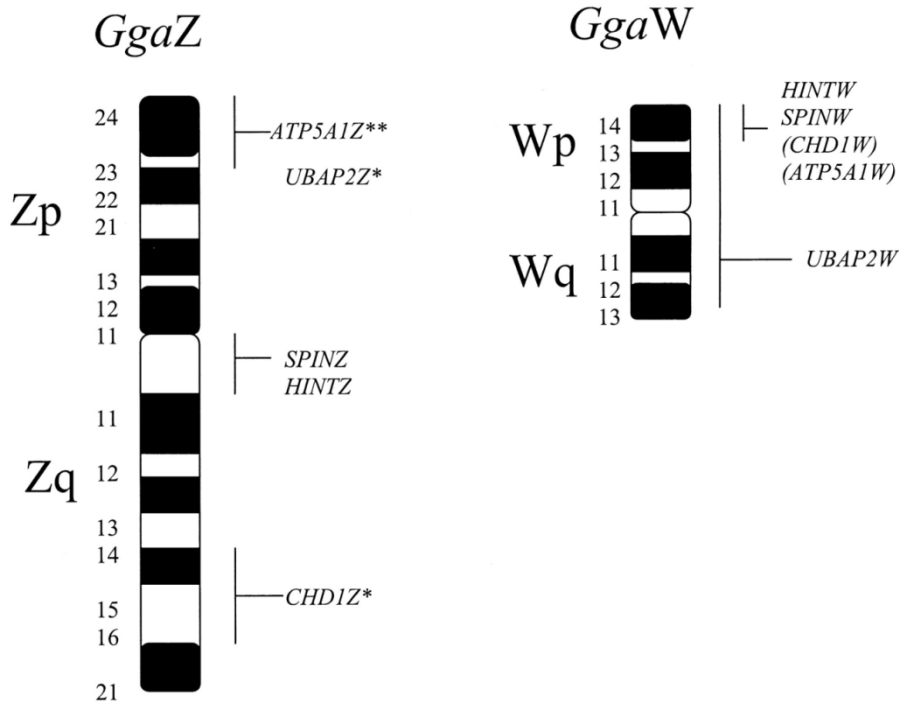


Płeć żeńska jest określana jako heterogametyczna i zawiera chromosomy ZW



Płeć męska jest określana jako homogametyczna i zawiera chromosomy ZZ

## Schemat chromosomów płci kury domowej:

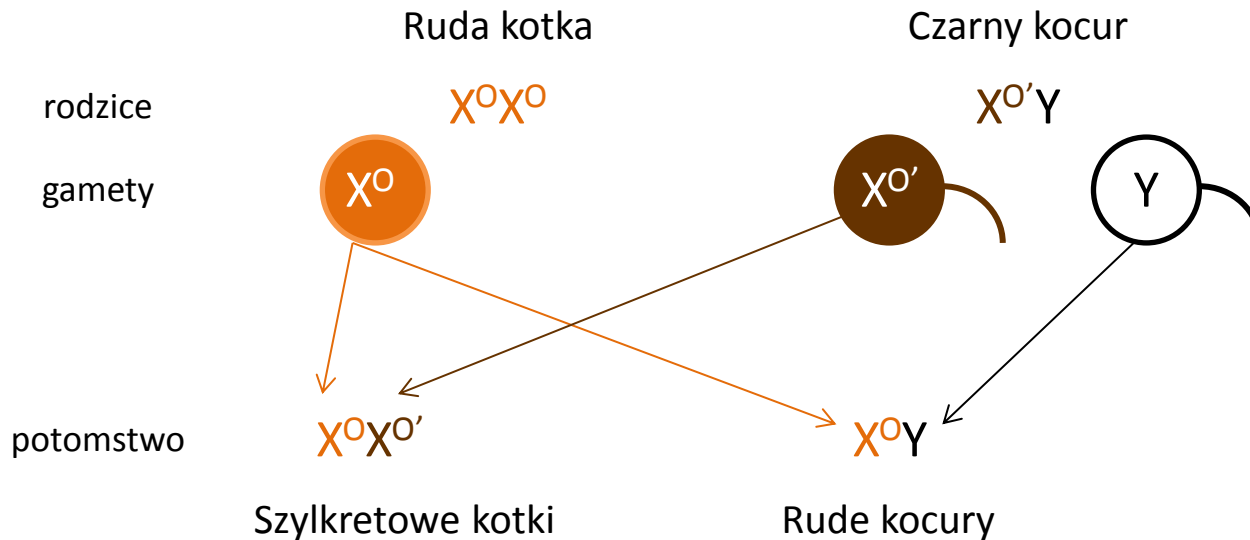




# Przykład dziedziczenia cechy sprzężonej z płcią u kotów (*locus O* w chromosomie X)

O – wytworzenie koloru rudego

O' – wytworzenie innego koloru np. czarnego lub czekoladowego



Na przykładzie dziedziczenia rudego koloru bardzo łatwo zauważyć można zjawisko kompensacji. U kotek posiadających dwa różne allele inaktywacja jednego z chromosomów X przebiega losowo dla każdego włosa.



Dziedziczenie cechy sprzężonej z płcią na przykładzie hemofilii  
(*locus* genu w chromosomie X):

H – normalne krzepnięcie krwi  
h – zaburzenie krzepnięcia krwi

rodzice	$X^H X^H$		$X^h Y$	
gamety	$X^H$	$X^H$	$X^h$	Y
potomstwo	$X^H X^h$	$X^H X^h$	$X^H Y$	$X^H Y$
	Zdrowe kobiety - nosicielki		Zdrowi mężczyźni	

Mimo zjawiska kompensacji, część komórek w których inaktywacji uległ recesywny allel, będzie wytwarzać czynnik krzepnięcia krwi, zatem kobieta będzie zdrowa. Może ona jednak przekazać wadliwy gen swojemu potomstwu.

# ZADANIA

Szyklretowa kotka w pierwszym miocie urodziła 2 rude kotki i 2 rude kocurki, w kolejnym miocie na świat przyszły szyklretowa kotka i rudy kocurek i czarna kotka. Czy oba mioty mogły pochodzić od tego samego ojca? Odpowiedź uzasadnij, podaj genotypy rodziców i potomstwa.



Na podstawie zdjęcia określ fenotyp i genotyp ojca miotu oraz podaj płeć kociąt.



Upierzenie jastrzębate u kur zależy od dominującego genu B sprzężonego z płcią, cechą recesywną jest pióro jednolite. Z kolei opierzenie skoków warunkowane jest genem autosomalnym S i dominuje nad nieopierzonymi skokami.

Hodowca zakupił z dwóch różnych rodów (o stałym od pokoleń genotypie) jastrzębatego koguta z opierzonymi skokami i jednolitą kurę bez opierzonych skoków.

W pokoleniu F1 uzyskał osobniki obu płci jastrzębate z opierzonymi skokami.

Jakich genotypów i fenotypów, oraz w jakich proporcjach może się spodziewać hodowca w pokoleniu F2?



Hemofilia (przedłużony czas krzepnięcia krwi) jest chorobą uwarunkowaną genem recesywnym ( F8 - coagulation factor VIII) sprzężonym z płcią.

- a) Wśród liczego potomstwa pochodzącego od zdrowych psów, pojawiło się 25% osobników z objawami hemofilii. Określ genotypy rodziców i chorego potomstwa.
- b) Jakiego potomstwa należy oczekiwać po skojarzeniu suki będącej nosicielką genu hemofilii z psem chorym na hemofilię?

Złożony niedobór odporności sprzężony z płcią (SCID-X, mutacja w genie IL2RG) u psów Welsh Corgi warunkowany jest recesywnym genem w *locus S*, gen **H** (F8 - coagulation factor VIII) również jest sprzężony z płcią, a jego recesywna forma warunkuje hemofilię. Skojarzono zdrowego samca ze zdrową samicą (wiemy, że jej matka cierpiała na niedobór odporności, natomiast ojciec miał hemofilię).

Jakich fenotypów i w jakich proporcjach możemy spodziewać się wśród potomstwa tej pary?





# Cechy ograniczone płcią

Są to cechy ujawniające się tylko u jednej z płci. Geny je warunkujące zlokalizowane są zazwyczaj w chromosomach autosomalnych, zatem będą występować u obu płci.

Przykłady cech:

mleczność, nieśność, wnętrostwo

# LEWIS

DE000946543495 data urodzenia 08.04.2012

## Dane produkcyjne

Mleko:	514 kg
Tłuszcz:	0.05%
Tłuszcz:	11 kg
Białko:	-0.13%
Białko:	22 kg

## Cechy Funkcjonalne

Komórki somatyczne	98
Łatwość wycieleń	95
Długowieczności	111
Wytrwałość laktacji	107
Plodność mat./pat.	110

CENA:  
29<sup>zł</sup>



## Rodowód

OO Winnipeg  
Ojciec Willie  
MO Liesel  
OM Vanstein  
Matka Gabine  
MM DGabia

- syn słynnego buhaja Willie
- urodzony w Niemczech
- doskonała plodność

[www.wwspartner.pl](http://www.wwspartner.pl)

Na przykładzie karty buhaja można zaobserwować, że jest on oceniany m.in. pod względem cech związanych z laktacją. Oczywiście jest, że te cechy nie ujawnią się u samego buhaja, ale są wynikiem oceny jego córek. Informacje te wskazują jednak, że posiada on geny odpowiadające za te cechy, które może przekazać na potomstwo.

# Cechy pozostające pod wpływem płci

Geny warunkujące te cechy zlokalizowane są zazwyczaj w autosomach, jednak ich ekspresja uzależniona jest od płci osobnika.

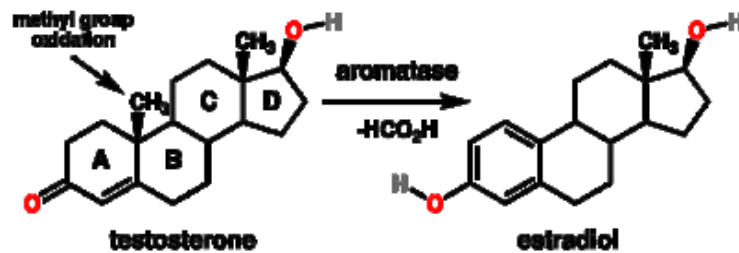
Może mieć to związek np. z różnym poziomem hormonów płciowych, wpływających na kształtowanie się cechy

# Rozwój piór ogona u niektórych ras drobiu jest cechą związaną w płcią. (gen autosomalny Hf - hen feathering)

Kształtowanie się piór u obu płci w początkowym etapie rozwoju zarodka przebiega podobnie, dopiero przekształcenie hormonów na skutek działania aromatazy wpływa na różnicowanie się kształtu piór.

U samców genotypy Hf/Hf i Hf/hf dają fenotyp koguta z ogonem „kury”, natomiast hf/hf – ogon „koguci”

Kury niezależnie od genotypu mają zwykły ogon.



[serama-hodowla-drobiu-ozdobnego.pl](http://serama-hodowla-drobiu-ozdobnego.pl)



[www.ptakiozdobne.p](http://www.ptakiozdobne.p)

## Inne przykłady cech pozostających pod wpływem płci

- Broda u kóz
- Rogi u owiec np. Dorset horn
- Mahoniowe/czerwone umaszczenie u bydła
- Łysienie człowieka

# ZADANIA

U owiec rasy Dorset horn allel dominujący w *locus* P odpowiada za bezrożność, natomiast allel recesywny za rogatość. W przypadku heterozygot P/p samce wykazują rogatość, natomiast samice są bezrogie.

Rogaty tryk skojarzony z rogatymi owcami dał potomstwo zarówno rogate, jak i bezrogie.

Podaj jaki procent stanowiły osobniki bezrogie i jaka była ich płeć?

Czy w potomstwie owiec bezrożnych mogą się pojawić zwierzęta rogate? Uzasadnij.





[www.dorsetsheep.org.uk](http://www.dorsetsheep.org.uk)

Bezrożne tryki



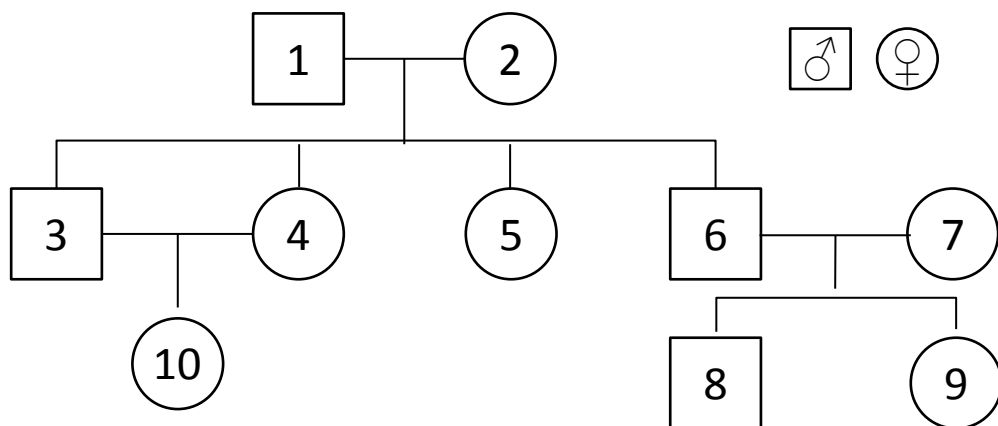
[www.dorsetsheep.org.uk](http://www.dorsetsheep.org.uk)

Rogata maciorka



[www.rarebreeds.co.nz](http://www.rarebreeds.co.nz)





Mahoniowe/czerwone

Umaszczenie mahoniowe u bydła dominuje nad czerwonym. W rasie bydła Ayrshire maść heterozygot zależy od płci zwierzęcia: buhaje mają sierść mahoniową, a krowy czerwona. Podaj genotypy wszystkich zwierząt z poniższego schematu, wiedząc że zwierzęta miały następujące umaszczenie: 1 – mahoń, 2 – mahoń, 3 – mahoń, 4 – czerwony, 5 – mahoń, 6 – mahoń, 7 – czerwony, 8 – czerwony, 9 – mahoń; 10 – mahoń



www.zootechnik.com



grantagri.co

