

3. Dziedziczenie umaszczenia.

Dziedziczenie koloru czarnego i żółtego jest stosunkowo łatwe do wyjaśnienia i następuje według prostych praw Mendla : dominujący – czarny i recesywny – żółty. Dziedziczenie koloru, z którego powstały czekoladowe psy, jest bardziej skomplikowane niż wzór dziedziczenia czarny / żółty. Postaram się możliwie jak najprościej wyjaśnić zasady dziedziczenia koloru u labradorów. Do tego celu używamy symbolów genetycznych, które w tym wypadku będą oznaczały :

B – kolor czarny

b – brązowy (u czekoladowych labradorów)

E – warunkuje wystąpienie ciemnego pigmentu lub ciemnej barwy sierści

e - warunkuje niemożliwość występowania ciemnego pigmentu lub ciemnej barwy sierści (zwierzę może tworzyć tylko jasne barwy, jak żółty u labradorów)

Dominujące geny oznaczane są dużymi literami, natomiast recesywne (ich ujawnienie się jest hamowane przez dominujące) - małymi literami. Geny dominujące ujawniają się występując już pojedynczo, natomiast recesywne działają tylko parami. Na przykład „B” jest dominujące nad „b”. Dlatego pies o genotypie „Bb” będzie czarny, a „bb” czekoladowy. Jeśli chodzi o gen „e”, to nie musi on być recesywny w stosunku do genów oznaczonych innymi literami alfabetu, ale na pewno jest recesywny w stosunku do swego allelu dominującego „E”. Tak więc gdy labrador ma połączenie genów „ee”, to oznacza, że maskowane jest ujawnienie się działania genu „B” i „b”, a pies nie może tworzyć ani czarnej, ani czekoladowej barwy – jest w swoim fenotypie (wygląd zewnętrzny) żółty.

Innymi słowami – „E” lub „e” posiadają zdolność wpływania na „B” i „b”. Ten wpływ genetycy nazywają epistazą lub interakcją. Ażeby więc pies był czarny lub czekoladowy, musi mieć przynajmniej jeden gen „E”. U recesywnej homozygoty (obydwie allele takie same) : „ee” dochodzi zatem do rozjaśnienia pigmentu sierści, która u labradorów „ee” jest oczywiście żółta. U homozygot „ee” nie dochodzi do rozjaśnienia pigmentu nigdzie poza włosem. Homozygoty „bb” natomiast mają rozjaśnioną nie tylko sierść, ale również pigment we wszystkich komórkach, toteż psy czekoladowe mają tej samej barwy nos i opuszki łap oraz jaśniejsze oczy. Warto tu podkreślić fakt, że wśród żółtych labradorów występują osobniki zarówno z czarnymi nosami, jak i z nosami jasnymi, barwy jasno-czekoladowej lub wręcz cielistej. W rasie tej spotykamy więc cztery różne fenotypy, którym odpowiada aż dziewięć różnych genotypów, co obrazuje tabela.

Fenotyp	Genotyp
Czarny	EEBB, EeBB, EEbb, EeBb
Żółty z czarnym nosem	eeBB, eeBb
Żółty z cielistym nosem (NBP)	eebb
Czekoladowy	EEbb, Eebb

Wśród tych dziewięciu różnych genotypów tylko jeden – pies żółty z cielistym nosem (NBP) – można ustalić na podstawie fenotypu. Inne genotypy można zidentyfikować tylko drogą dalszych skojarzeń, na podstawie potomstwa.

Prześledźmy możliwe kojarzenia u labradorów. Do tego celu będzie nam potrzebne dokładniejsze wyjaśnienie wszystkich możliwych genotypów oraz stworzenie klucza-skrótu oznaczania fenotypów (**B** – black, **Y** – yellow, **C** – chocolate).

EEBB = dominująco czarny (**B B**)

EEBb = czarny z genem czekoladowym (**B c**)

EeBB = Czarny z genem żółtym (**B y**)

EeBb = czarny z genem żółtym i czekoladowym (**B y c**)

eeBB = żółty (**Y y**)

eeBb = żółty z genem czekoladowym (**Y c**)

eebb = żółty bez pigmentu (**y y**) (No black pigment – **NBP**) Najbardziej niepożądany !!!







EEbb = czekoladowy (**C c**)

Eebb = czekoladowy z genem żółtym (**C y**)

A. czarne x czarne – jakie kombinacje możemy uzyskać :







a) Krzyżujemy osobniki dominująco czarne B B x B B :

Otrzymujemy 100 % szczenięta czarne (B B).







EEBB (BB) 	EB	EB
EEBB (BB) 	EEBB (BB) 	EEBB (BB) 
EB	EEBB (BB) 	EEBB (BB) 

b) Krzyżujemy osobnika dominująco czarnego i czarnego z genem czekoladowym (B B) x (B c) :











50% dominująco czarne (B B), 50 % czarne z genem czekoladowym (B c)

EEBB  (BB)	EB	EB
EEBb (B c) 	EEBB (BB) 	EEBB (BB) 
EB	EEBb (B c) 	EEBb (B c) 





c) krzyżujemy osobnika dominująco czarnego i czarnego z genem żółtym
 $(BB) \times (B^y)$: 50% (BB) i 50% (B^y)



$EEBB$  (BB)	EB	EB
$EeBB$  (B^y)		
EB	$EEBB$  (BB)	$EEBB$  (BB)
eB	$EeBB$  (B^y)	$EeBB$  (B^y)

d) Krzyżujemy dominująco czarnego i czarnego z genem czekoladowym i żółtym
 $(BB) \times (B^y c)$: 25% (BB) , 25% (B^c) , 25% (B^y) , 25% $(B^y c)$











$EEBB$  (BB)	EB	EB
$EeBb$  $(B^y c)$		
EB	$EEBB$  (BB)	$EEBB$  (BB)
eB	$EeBB$  (B^y)	$EeBB$  (B^y)
Eb	$EEBb$  (B^c)	$EEBb$  (B^c)
eb	$EeBb$  $(B^y c)$	$EeBb$  $(B^y c)$

e) Krzyżujemy dwa czarne z genem czekoladowym $(B^c) \times (B^c)$:
 25% (BB) , 50% (B^c) , 25% (C^c)







$EEBb$  (B^c)	EB	Eb
$EEBb$  (B^c)		
EB	$EEBB$  (BB)	$EEBb$  (B^c)

Eb	EEBb (B c) 	EEbb (C c) 
-----------	---	---



















f) czarny z genem żółtym x czarny z genem czekoladowym i żółtym
 (**B y**) x (**B y c**) : 12,5% (**BB**), 12,5% (**B c**), 25% (**By**), 25% (**B y c**), 12,5% (**Y y**), 12,5% (**Y c**)

EeBB  (B y)	EB	eB
EeBb  (B y c)		
EB	EEBB (BB) 	EeBB (B y) 
eB	EeBB (B y) 	eeBB (Y y) 
Eb	EEBb (B c) 	EeBb (B y c) 
eb	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 











g) czarny z genem żółtym x czarny z genem czekoladowym (**B y**) x (**B c**) :
 25% (**BB**), 25% (**B c**), 25% (**B y**), 25% (**B y c**)

EeBB  (B y)	EB	eB
EEBb  (B c)		
EB	EEBB (BB) 	EeBB (B y) 
Eb	EEBb (B c) 	EeBb (B y c) 



h) czarny z genem żółtym i czekoladowym x czarny z genem żółtym i czekoladowym (**B y c**) x (**B y c**) :
 25% (**B y c**), 12,5% (**B c**), 12,5% (**B y**), 12,5% (**C y**), 12,5% (**Y c**),
 6,25% (**BB**), 6,25% (**C c**), 6,25% (**Y y**), 6,25% (**y y**) (NBP)





EeBb  (B y c)	EB	eB	Eb	eb
EeBb (B y c) 	EB	eB	Eb	eb
EB	EEBB (B B) 	EeBB (B y) 	EEBb (B c) 	EeBb (B y c) 
eB	EeBB (B y) 	eeBB (Y y) 	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 
Eb	EEBb (B c) 	EeBb (B y c) 	EEbb (C c) 	Eebb (C y) 
eb	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 	Eebb (C y) 	eebb (yy)NBP  !!!

i) czarny z genem żółtym i czekoladowym x czarny z genem czekoladowym $(B y c) \times (B c)$: 25% $(B c)$, 25% $(B y c)$, 12,5% $(B B)$, 12,5% $(C c)$, 12,5% $(C y)$, 12,5% $(B y)$

EeBb  (B y c)	EB	eB	Eb	eb
EEBb (B c) 	EB	eB	Eb	eb
EB	EEBB (B B) 	EeBB (B y) 	EEBb (B c) 	EeBb (B y c) 
Eb	EEBb (B c) 	EeBb (B y c) 	EEbb (C c) 	Eebb C y) 






j) czarny z genem żółtym x czarny z genem żółtym $(B y) \times (B y)$: 50% $(B y)$, 25% $(B B)$, 25% $(Y y)$

EeBB  (B y)	EB	eB
EeBB (B y) 	EB	eB







EB	EEBB (B B) 	EeBB (B y) 
eB	EeBB (B y) 	eeBB (Y y) 

B. żółte x żółte






a) „czysto” żółty x „czysto” żółty (Y y) x (Y y) : 100% (Y y)

eeBB  (Y y)	eB	eB
eeBB (Y y)	eeBB (Y y) 	eeBB (Y y) 
eB	eeBB (Y y) 	eeBB (Y y) 





b) „czysto” żółty x żółty z genem czekoladowym (Y y) x (Y c) :
50% (Y y), 50% (Y c)

eeBB  (Y y)	eB	eB
eeBb (Y c) 	eeBB (Y y) 	eeBB (Y y) 
eb	eeBb (Y c) 	eeBb (Y c) 





c) żółty z genem czekoladowym x żółty z genem czekoladowym
(Y c) x (Y c) : 25% (Y y), 50% (Y c), 25% (y y – NBP)

$eeBb$  $(Y c)$	eB	eb
$eeBb$  $(Y c)$	$eeBB$ $(Y y)$ 	$eeBb$ $(Y c)$ 
	eb	$eebb$ (NBP)  !!!







d) żółty z genem czekoladowym x żółty NBP $(Y c) \times (y y) : 50\% (Y c), 50\% (y y - NBP)$

$eeBb$  $(Y c)$	eB	eb
$eebb$  $(y y)$!!!	eb	$eebb$ $(y y)$  !!!
	eb	$eebb$ $(y y)$  !!!

e) "czysto" żółty x żółty NBP $(Y y) \times (y y - NBP) : 100\% (Y c)$







$eeBB$  $(Y y)$	eB	eB
$eebb$  $(y y)$!!!	eb	$eeBb$ $(Y c)$ 
	eb	$eeBb$ $(Y c)$ 

f) żółty bez pigmentu x żółty bez pigmentu (y y) x (y y) :
100% (y y – NBP)





eebb  !!! (y y)	eb	eb
eebb  !!! (y y)	eb	eb
eb	eebb  !!! (y y)	eebb  !!! (y y)
eb	eebb  !!! (y y)	eebb  !!! (y y)

C. czekoladowe x czekoladowe

a) „czysto” czekoladowy x „czysto” czekoladowy (C c) x (C c) :
100% (C c)







EEbb  !!! (C c)	Eb	Eb
EEbb  !!! (C c)	Eb	Eb
Eb	EEbb  !!! (C c)	EEbb  !!! (C c)
Eb	EEbb  !!! (C c)	EEbb  !!! (C c)

b) „czysto” czekoladowy x czekoladowy z genem żółtym (C c) x (C y) :
50% (C c), 50% (C y)

EEbb  !!! (C c)	Eb	Eb
Eebb  !!! (C y)	Eb	Eb
Eb	EEbb  !!! (C c)	Eebb  !!! (C c)







eb	Eebb (C y) 	Eebb (C y) 
----	---	---

c) czekoladowy z genem żółtym x czekoladowy z genem żółtym
 (C y) x (C y) : 25% (C c), 50% (C y), 25% (y y) NBP



Eebb  (C y) Eebb  (C y)	EB	eb
	Eebb (C c) 	Eebb (C y) 
eb	Eebb (C y) 	eebb (y y)  NBP !!!





D. czarny x żółty

a) „czysto” czarny x „czysto” żółty (B B) x (Y y) : 100% (B y)







EEbb  (B B) eeBB  (Y y)	EB	EB
	EeBB (B y) 	EeBB (B y) 
eB	EeBB (B y) 	EeBB (B y) 

b) „czysto” czarny x żółty z genem czekoladowym (B B) x (Y c) :
 50% (B y), 50% (B c)







EEbb  (B B) eeBb  (Y c)	EB	EB
eB		

eB	EeBB (B y) 	EeBB (B y) 
eb	EeBb (B y c) 	EeBb (B y c) 







c) "czysto" czarny x żółty NBP (B B) x (y y) : 100% (B y c)

EeBB  (B B)	EB	EB
eebb  !!! (y y)		
eb	EeBb (B y c) 	EeBb (B y c) 
eb	EeBb (B y c) 	EeBb (B y c) 







d) czarny z genem żółtym x "czysto" żółty (B y) x (Y y) : 50% (B y), 50% (Y y)

EeBB  (B y)	EB	eB
eeBB  (Y y)		
eB	EeBB (B y) 	eeBB (Y y) 
eB	EeBB (B y) 	eeBB (Y y) 











e) czarny z genem żółtym x żółty z genem czekoladowym (B y) x (Y c) :
25% (B y), 25% (B y c), 25% (Y y), 25% (Y c)

EeBB  (B y)	EB	eB
eeBb (Y c) 		
eB	EeBB (B y) 	eeBB (Y y) 
eb	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 

f) czarny z genem żółtym x żółty NBP **(B y)** x **(y y)** : 50% **(B y c)**,
50% **(Y c)**







EeBB  (B y)	EB	eB
eebb (y y)  !!!		
eb	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 
eb	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 

g) czarny z genem żółtym i czekoladowym x „czysto” żółty **(B y c)** x **(Y y)** :
25% **(B y)**, 25% **(B y c)**, 25% **(Y y)**, 25% **(Y c)**







EeBb  (B y c)	EB	Eb	eB	eb
eeBB (Y y) 				
eB	EeBB (B y) 	EeBb (B y c) 	eeBB (Y y) 	eeBb (Y c) 
eB	EeBB (B y) 	EeBb (B y c) 	eeBB (Y y) 	eeBb (Y c) 

h) czarny z genem czekoladowym x żółty NBP **(B c)** x **(y y)** :







50% (B y c), 50% (C y)

EEBb  (B c)	EB	Eb
eebb  (y y)		
eb	EeBb  (B y c)	Eebb  (C y)
eb	EeBb  (B y c)	Eebb  (C y)










i) czarny z genem czekoladowym x “czysto” żółty (B c) x (Y y) :
 50% (B y c), 50% (B y)

EEBb  (B c)	EB	Eb
eeBB  (Y y)		
eB	EeBB  (B y)	EeBb  (B y c)
eB	EeBB  (B y)	EeBb  (B y c)










j) czarny z genem czekoladowym x żółty z genem czekoladowym
 (B c) x (Y c) : 25% (B y), 50% (B y c), 25% (C y)

EEBb  (B c)	EB	Eb
eeBb  (Y c)		
eB	EeBB  (B y)	EeBb  (B y c)
eb	EeBb  (B y c)	Eebb  (C y)

k) czarny z genem żółtym i czekoladowym x żółty z genem czekoladowym
 (B y c) x (Y c) : 12,5% (B y), 12,5% (Y y), 25% (B y c), 25% (Y c),
 12,5% (C y), 12,5% (y y NBP)




EeBb  (B y c)	EB	Eb	eB	eb
	eeBb  (Y c)	EeBB  (B y)	EeBb  (B y c)	eeBB  (Y y)
eB	EeBb  (B y c)	Eebb  (C y)	eeBb  (Y c)	eebb !!!  (y y NBP)



l) czarny z genem żółtym i czekoladowym x żółty NBP (B y c) x (y y) :
 25% (B y c), 25% (Y c), 25% (C y), 25% (y y NBP)

EeBb  (B y c)	EB	Eb	eB	eb
	eebb  !!! (y y)	EeBb  (B y c)	Eebb  (C y)	eeBb  (Y c)
eb	EeBb  (B y c)	Eebb  (C y)	eeBb  (Y c)	eebb !!!  (y y NBP)







E. czarny x czekoladowy

a) „czysto” czarny x „czysto” czekoladowy (B B) x (C c) : 100% (B c)







 EE BB (B B)	EB	EB
	 EE bb (C c)	EE Bb  (B c)

Eb	EEBb  (B c)	EEBb  (B c)
-----------	---	---











b) czarny z genem czekoladowym x „czysto“ czekoladowy **(B c)** x **(C c)** :
50% **(B c)**, 50% **(C c)**

EEBb  (B c)	EB	Eb
EEbb  (C c)		
Eb	EEBb  (B c)	EEbb  (C c)
Eb	EEBb  (B c)	EEbb  (C c)







c) czarny z genem żółtym x „czysto“ czekoladowy **(B y)** x **(C c)** :
50% **(B y c)**, 50% **(B c)**

EeBB  (B y)	EB	eB
EEbb  (C c)		
Eb	EEBb  (B c)	EeBb  (B y c)
Eb	EEBb  (B c)	EeBb  (B y c)





d) czarny z genem żółtym i czekoladowym x „czysto“ czekoladowy
(B y c) x **(C c)** : 25% **(B y c)**, 25% **(B c)**, 25% **(C c)**, 25% **(C y)**



EeBb  (B y c)	EB	Eb	eB	eb
EEbb (C c) 				
Eb	EEBb (B c) 	EEbb (C c) 	EeBb (B y c) 	Eebb (C y) 
Eb	EEBb (B c) 	EEbb (C c) 	EeBb (B y c) 	Eebb (C y) 

e) “czysto” czarny x czekoladowy z genem żółtym (B B) x (C y) :
 50% (B c), 50% (B y c)







EEBB  (B B)	EB	EB
Eebb (C y) 		
Eb	EEBb (B c) 	EEBb (B c) 
eb	EeBb (B y c) 	EeBb (B y c) 

f) czarny z genem czekoladowym x czekoladowy z genem żółtym
 (B c) x (C y) : 25% (B c), 25% (B y c), 25% (C c), 25% (C y)











EEBb  (B c)	EB	Eb
Eebb (C y) 		
Eb	EEBb (B c) 	EEbb (C c) 

eb	EeBb (B y c) 	Eebb (C y) 
----	---	---

g) czarny z genem żółtym x czekoladowy z genem żółtym
 (B y) x (C y) : 50% (B y c), 25% (B c), 25% (Y c)







EeBB  (B y)	EB	eB
Eebb  (C y)		
Eb	EEBb (B c) 	EeBb (B y c) 
eb	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 

h) czarny z genem żółtym i czekoladowym x czekoladowy z genem żółtym
 (B y c) x (C y) : 25% (B y c), 25% (C y), 12,5% (B c), 12,5% (C c),
 12,5% (Y c), 12,5% (y y NBP)







EeBb  (B y c)	EB	Eb	eB	eb
Eebb  (C y)				
Eb	EEBb (B c) 	EEbb (C c) 	EeBb (B y c) 	Eebb (C y) 
eb	EeBb (B y c) 	Eebb (C y) 	eeBb (Y c) 	eebb !!! (y y NBP) 

F. czekoladowy x żółty





a) "czysto" czekoladowy x "czysto" żółty (C c) x (Y y) : 100% (B y c)



EEbb  (C c)	Eb	Eb
eeBB (Y y) 		
eB	EeBb (B y c) 	EeBb (B y c) 
eB	EeBb (B y c) 	EeBb (B y c) 

b) czekoladowy z genem żółtym x “czysto” żółty **(C y)** x **(Y y)** :
 50% **(B y c)**, 50% **(Y c)**






Eebb  (C y)	Eb	eb
eeBB (Y y) 		
eB	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 
eB	EeBb (B y c) 	eeBb (Y c) 

c) “czysto” czekoladowy x żółty z genem czekoladowym **(C c)** x **(Y c)** :
 50% **(B y c)**, 50% **(C y)**






EEbb  (C c)	Eb	Eb
eeBb (Y c) 		
eB	EeBb (B y c) 	EeBb (B y c) 

eb	Eebb (C y) 	Eebb (C y) 
----	---	--



d) czekoladowy z genem żółtym x żółty z genem czekoladowym
 (C y) x (Y c) : 25% (B y c), 25% (C y), 25% (Y c), 25% (y y NBP)





Eebb  (C y) eeBb (Y c) 	Eb	eb
	eB	EeBb (B y c) 
eb	Eebb (C y) 	eebb !!!  (y y NBP)

e) “czysto” czekoladowy x żółty NBP (C c) x (y y) :
 100% (C y)

EEbb  (C c) eebb (y y)  !!!	Eb	Eb
	eb	Eebb (C y) 
eb	Eebb (C y) 	Eebb (C y) 

f) czekoladowy z genem żółtym x żółty NBP (C y) x (y y) :
 50% (C y), 50% (y y NBP)

Eebb  (C y) eebb (y y)  !!!	Eb	eb

eb	Eebb (C y) 	eebb !!!  (y y NBP)
eb	Eebb (C y) 	eebb !!!  (y y NBP)