

Mikroevolúcia

Vývoj, diverzifikácia a stabilizácia nových genetických línií
v rámci druhu

Vznik

mutácie

rekombinácia

Procesy podporujúce divergenciu

selekcia

genetický drift

Procesy podporujúce divergenciu

tok génov

Mutácie

Miesto vzniku:

- gametické
- somatické (púčikové mutácie, rak



Vyvolávajúci faktor:

- spontánne
- indukované

mutagény

- fyzikálne (UV, rtg, γ , korpuskulárne žiarenie...)
- chemické (kolchicín, alkylačné látky...)
- biologické (vírusy)



Úroveň:

- génové
- chromozómové
- genómové

Mutácie

Miesto vzniku:

- gametické
- somatické (púčikové)

Vyvolávajúci faktor:

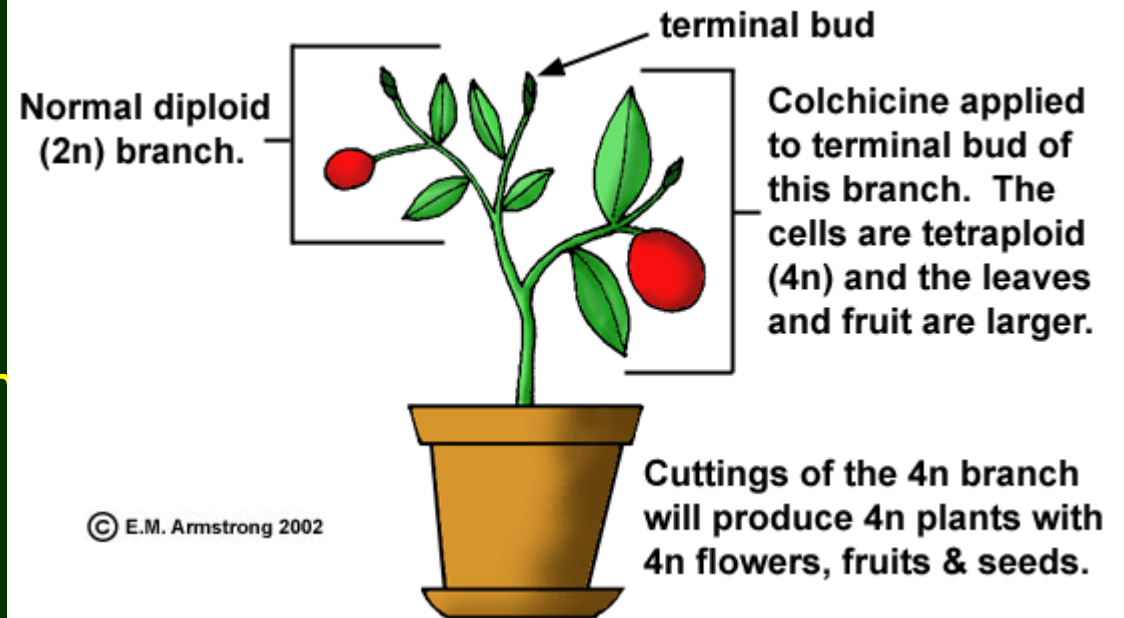
- spontánne
- indukované

mutagény

- fyzikálne (UV, rtg, γ , korpuskulárne žiarenie...)
- chemické (kolchicín, alkylačné látky, PAH, rastlinné alkaloidy...)
- biologické (vírusy)

Úroveň:

- génové
- chromozómové
- genómové



Génové mutácie

Zmena kvality génu – sekvencie nukleotidov

– **bodové** (zámena nukleotidu)

transverzie (purínová ↔ pyrimidínová báza:

A↔C, A↔T, G↔C, G↔T)

tranzície (purínová ↔ purínová,

pyrimidínová ↔ pyrimidínová báza:

A↔G, C↔T)

(etylnitromočovina,
HNO₃...)

zámena za nefunkčný nukleotid

(PAH)

– **posunové** (frameshift)

insercia (vloženie nukleotidu/ov)

delécia (vypadnutie nukleotidu/ov)

Dopad na fungovanie produktu génu:

Bodové

rôzny, závisí od pozície a druhu mutovaného nukleotidu

synonymné (väčšina mutácií na 3. pozícii kodónu)

CUU → CUC = Leu → Leu (identická aminokyselina)

nemeniace vlastnosti proteínu

CUU → AUU = Leu → Ile (neutrálna hydrofóbná →
neutrálna hydrofóbná)

meniace vlastnosti proteínu

CUU → CGU = Leu → Arg (neutrálna hydrofóbná →
bázická hydrofilná)


CAG → GAG = Gln → Glu bázická hydrofilná →
kyslá hydrofilná)

Dopad na fungovanie produktu génu:

Posunové

závažný, spravidla spôsobujú nefunkčnosť produktu génu

Posun čítacieho rámca

	
Pôvodný gén	
DNA	...TGGATGAGGAGGATCATGAGGAAA...
mRNA	...ACCUACUCCUCCUAGUACUCCUUU...
proteín	... ThrTyrSerSerTyrTyrSerPhe ...
Insercia	...TGGAT A GAGGAGGATCATGAGGAAA... ...ACCU A UCUCCUCCUAGUACUCCUUU... ... ThrTyrLeuLeuLeuValLeuLeu
Delécia	...TGGAT-AGGAGGATCATGAGGAAA... ...ACCUA-UCCUCCUAGUACUCCUUU... ... ThrTyr ProProSerTrePro

Úplná zmena polypeptidového reťazca od miesta mutácie
Predčasné ukončenie translácie (terminačný kodón)

Chromozómové mutácie

Zmena štruktúry chromozómu
génov – zmena

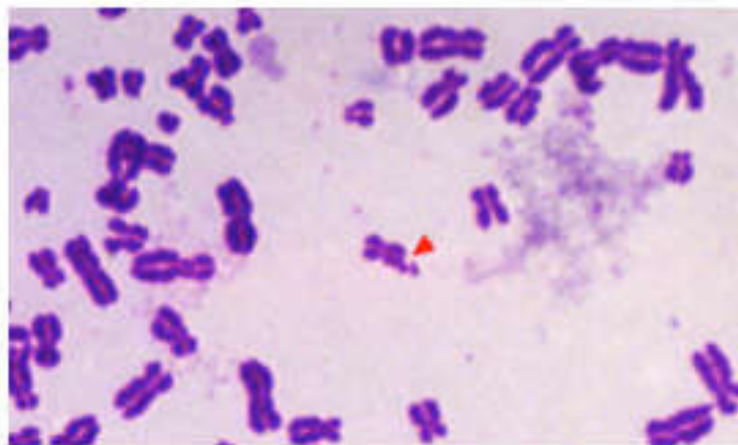
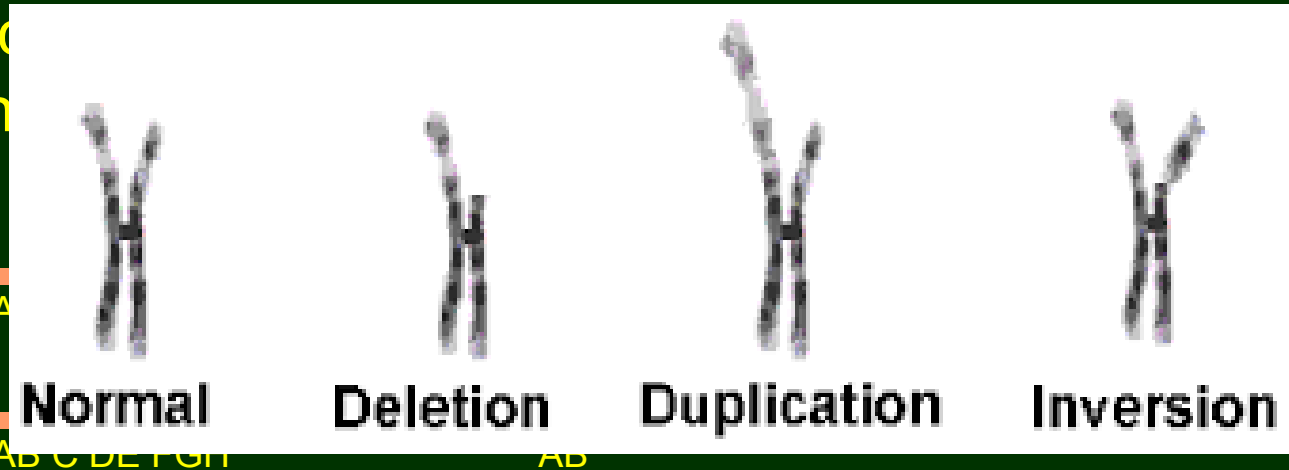
Duplikácia

Delécia

Inverzia

Translokácia

Chromozómové



A B C D E F G H

A B C D

E F G H

Chromozómové mutácie

Génové rodiny – skupiny tandemovo multiplikovaných génov

Génová dávka (počet funkčných génov v rámci génovej rodiny) môže ovplyvňovať funkčnosť organizmu.

Pseudogény – sekvencie v rámci chromozómu identické so sekvenciami funkčných génov, ale neexprimované (gény umlčané génovou mutáciou v regulačnej oblasti).

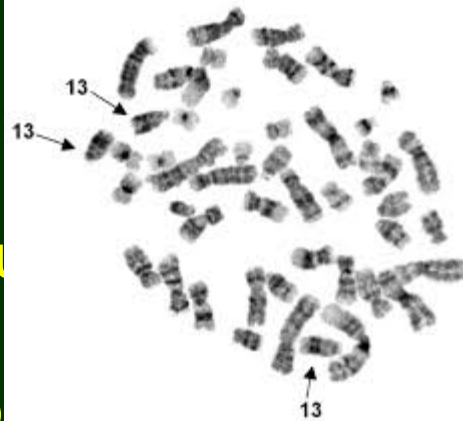
Duplikácia – zdroj nových génov s novými funkciami

Často vedú k reprodukčnej izolácii

Genómové mutácie

Zmena veľkosti genómu

základný počet chromozómov v haploidnej bunke – n
v diploidnej bunke – $2n$



aneuploidia – zmena zastúpenia jedného alebo niekoľkých chromozómov

úbytok chromozómu – monozómia ($2n - 1, 2n - 2...$)

zdvojenie chromozómu – trizómia ($2n + 1, 2n + 2...$)

euploidia – zmena počtu chromozómových sád
(**polyploidia**)

triploidia ($3n$), tetraploidia ($4n$), hexaploidia ($6n$)...

Genómové m

Vznik polyp
gamét (tep
deliaceho v

Typy polyp

Autopolyp

sád (dip
tetraplo
gigantiz
tetraplo

homologických chromozómov – vznik trivalentov a
monovalentov: AAA+A)

Allopolyploidia



Genómové mutácie

Allopolyploidia – spojená s hybridizáciou

- spojenie neredukovaných gamét rôznych príbuzných druhov,
- polyploidizácia homoploidného hybridu

Druh A → neredukované gaméty AA

Druh B → neredukované gaméty BB
→ allotetraploid AABB

Druh A → normálne haploidné gaméty A

Druh B → normálne haploidné gaméty B
→ homoploidný hybrid AB

polyploidizácia (zdvojenie chromozómových sád)
→ allotetraploid AABB



d ro
ým



uhov
avidla



občas ternine (tunkčn
chromozómy rovna
len bivalenty AA+B



© TERRA Alapítvány



© A. Es. Čestná



Genómové mutácie

Allopolyploidia

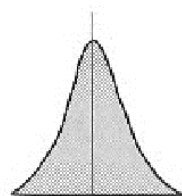
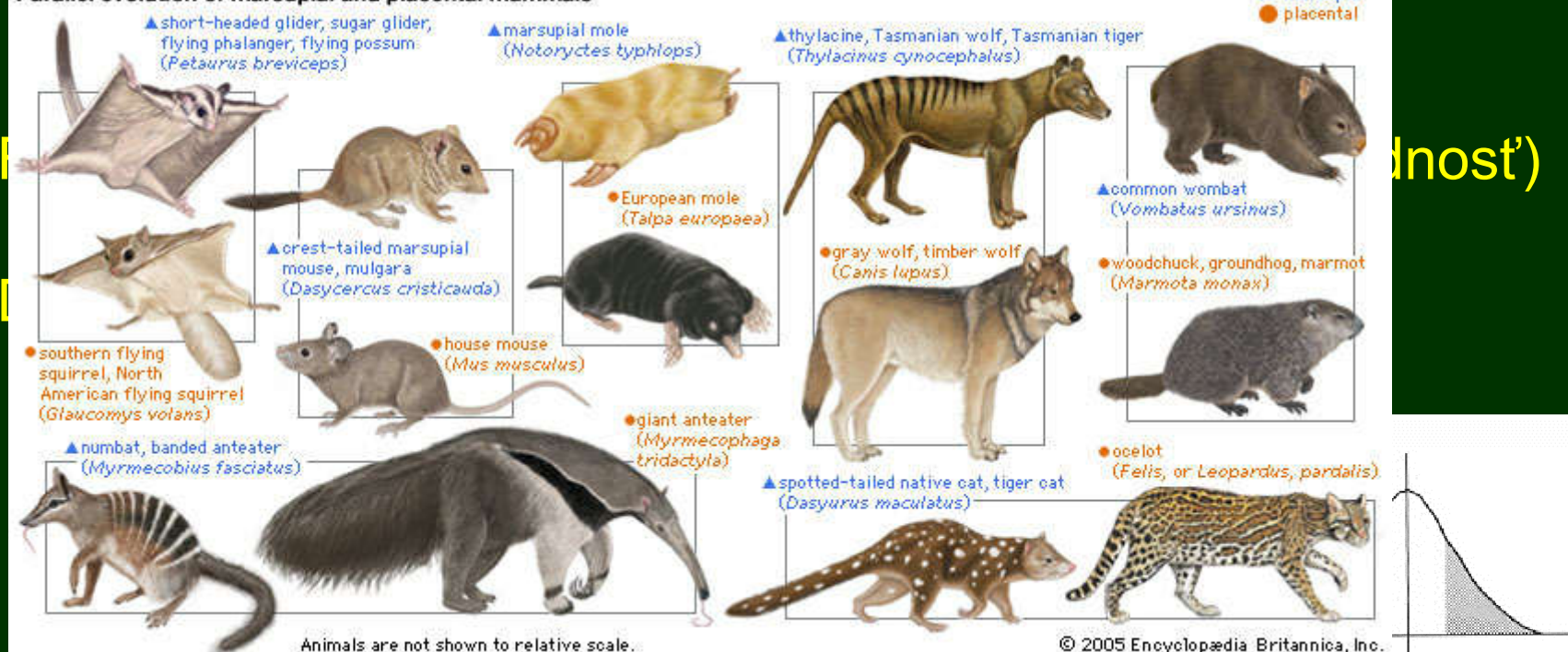
Hybridy odlišné od rodičovských druhov, spravidla zaradované k novým taxónom, spravidla apomiktické, občas fertillné (funkčné diploidy: pri meióze sa párujú len chromozómy rovnakého rodičovského pôvodu, teda vznikajú len bivalenty AA+BB)

Polyploidné rady v rámci rodov resp. čeľadí
základný počet chromozómov v rámci rodu resp. vyššieho taxónu – $2x$

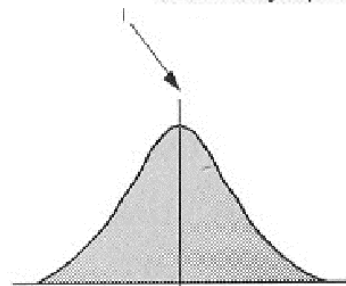
Pri lesných drevinách najčastejšie $x = 7$ resp. 12

Selekcia – nerovnaké odovzdávanie genetickej informácie medzi generáciami v dôsledku odlišnej životaschopnosti

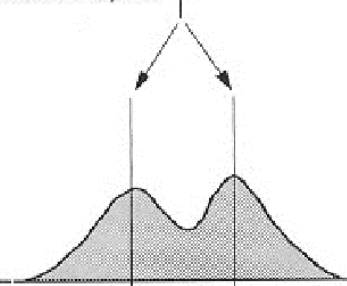
Parallel evolution of marsupial and placental mammals



Stabilizujúci výber



Usmerný výber



Disruptívny výber

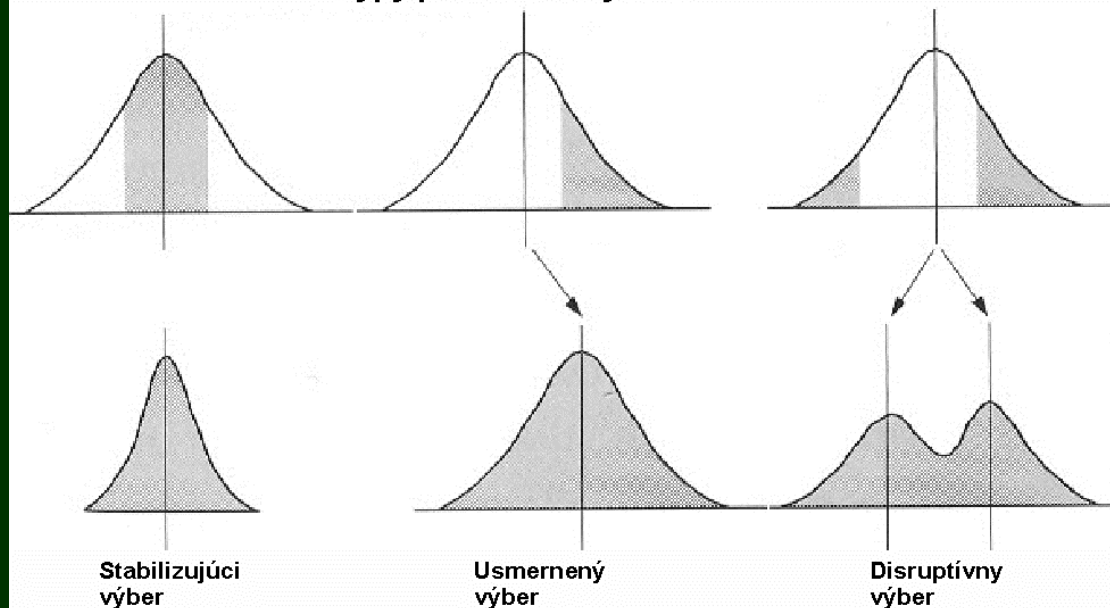


vzdávanie genetickej informácie
vedku odlišnej životaschopnosti
(fertility)

Dopad výberu na prem
fenotypového znaku




Typy prírodného výberu



Selekcia

Genetický základ selekcie:

- proti recesívnym homozygotom (letálne a semiletálne gény)

egg \ sperm			
	n		
	O		
		n/n	O/O

Selekcia

Genetický základ selekcie:

- proti recesívnym homozygotom (letálne a semiletálne gény)
- proti dominantnej alele

Huntingtonova choroba

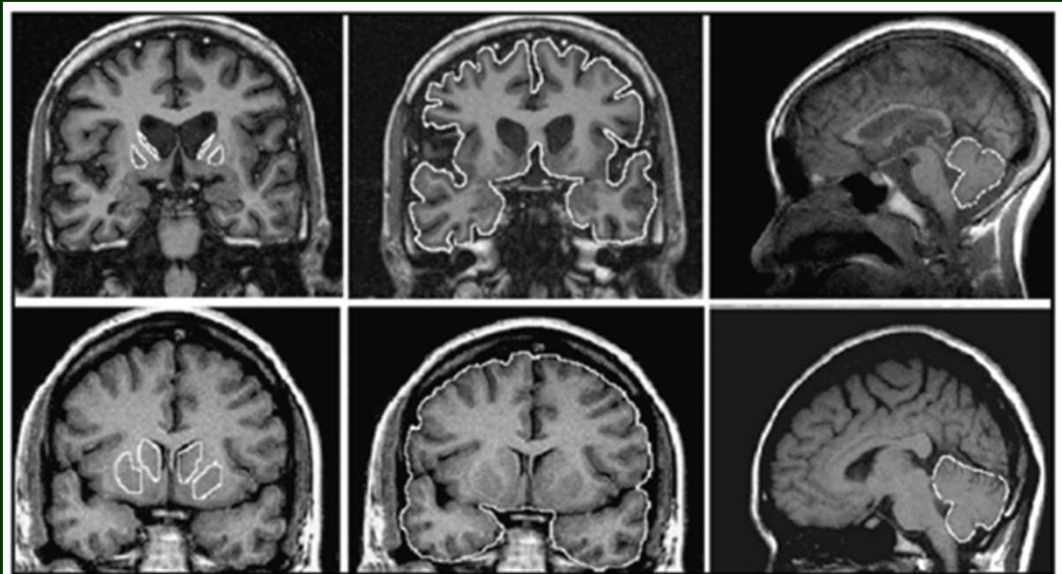


Figure. Samples of coronal and sagittal MR images showing outlines for caudate, putamen, cerebral and cerebellar volumes in a patient with Huntington's disease (top) and a normal control (bottom).

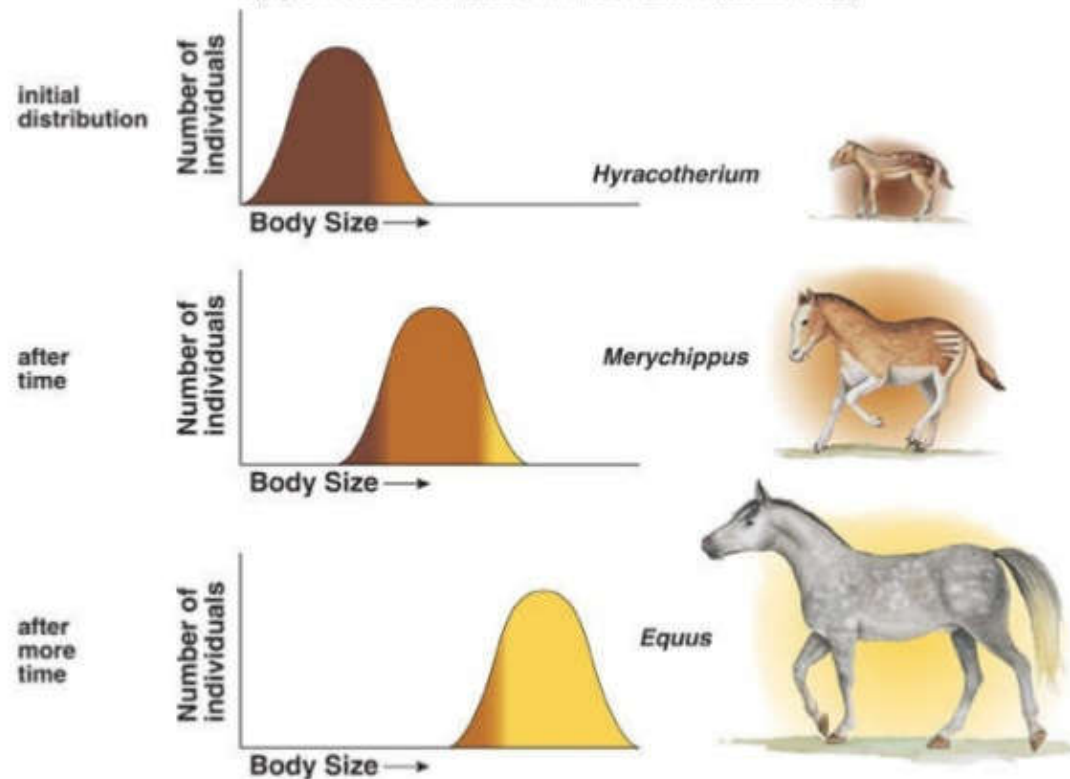
Selekcia

Genetický základ selekcie:

- proti recesív
- proti domina
- pri aditivite g

Directional selection

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Selekcia

Genetický základ selekcie:

- proti recesívnym homozygotom (letálne a semiletálne gény)
- proti dominantnej alele
- pri aditivite génov (kvantitatívne znaky)
- v prospech heterozygotov (heteróza)



Selekcia

Genetický základ selekcie:

- proti recesívnym homozygotom (letálne a semiletálne gény)
- proti dominantnej alele
- pri aditivite génov (kvantitatívne znaky)
- v prospech heterozygotov (heteróza)
- v neprospech heterozygotov (outbredná depresia)

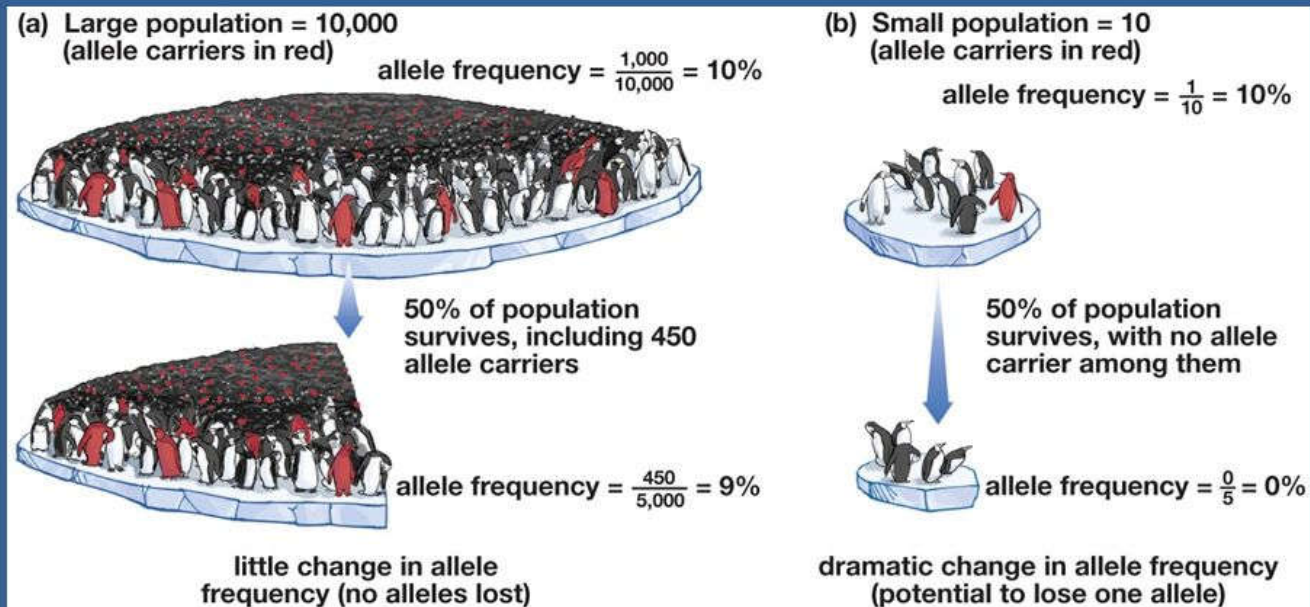
Genetický drift

- náhodné zmeny alelickej štruktúry
- malé populácie resp. alely s nízkym početným zastúpením

Genetický drift

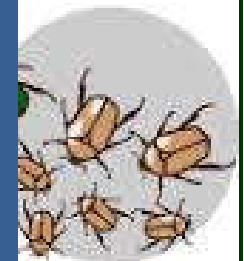
- efekt zahrdlenia (bottleneck)

Genetic Drift



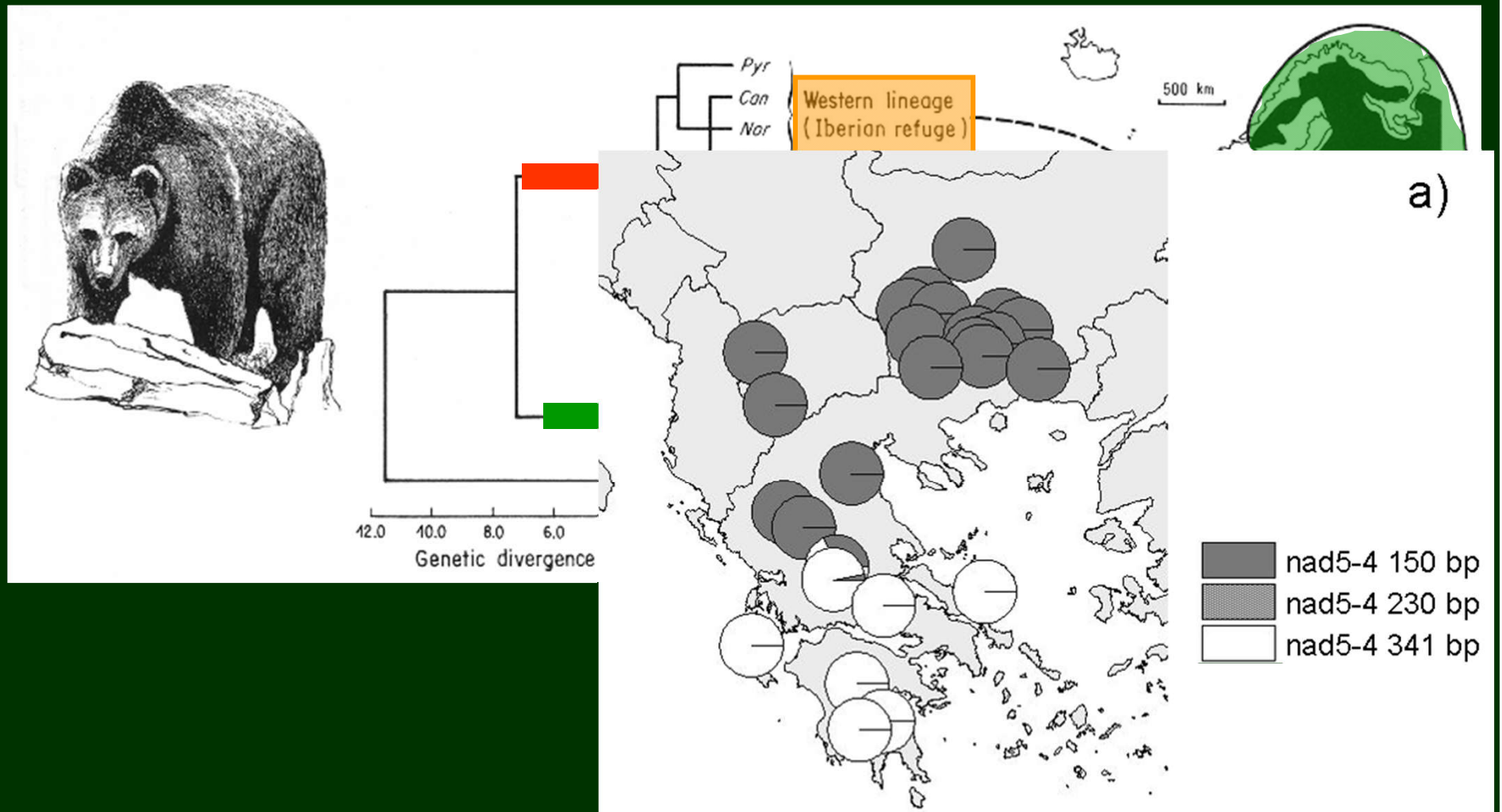
© 2011 Pearson Education, Inc.

Figure 17.5



Genetický drift

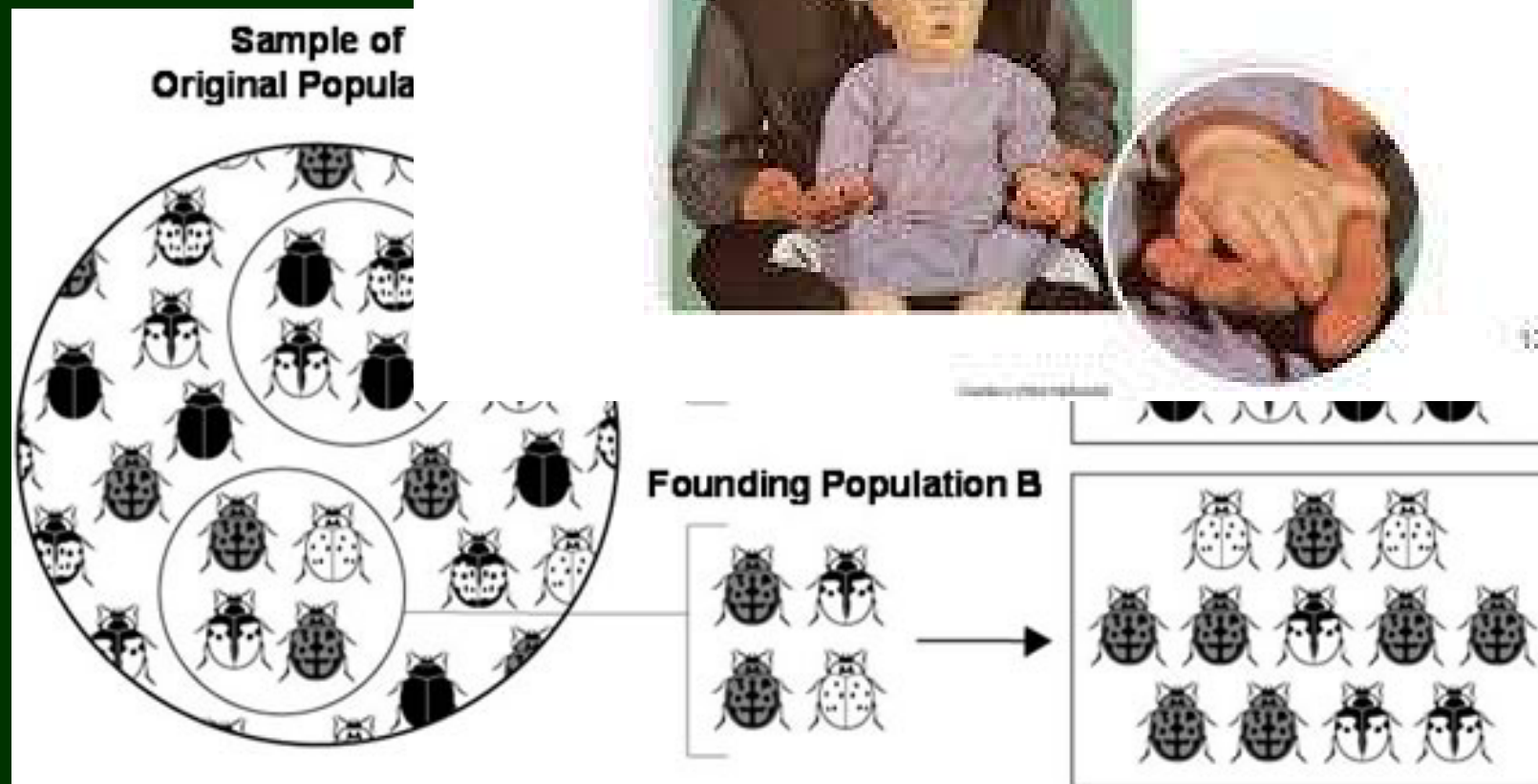
- efekt zahrdlenia (bottleneck)



Genetický drift

- efekt zahrdlenia (bottleneck effect)
- efekt zakladateľa (founder effect)

Figure 13.14B A rare form of dwarfism that is linked to polydactylism is seen among the Amish in Pennsylvania (1/1,000 in general population, 1/14 in Amish community)

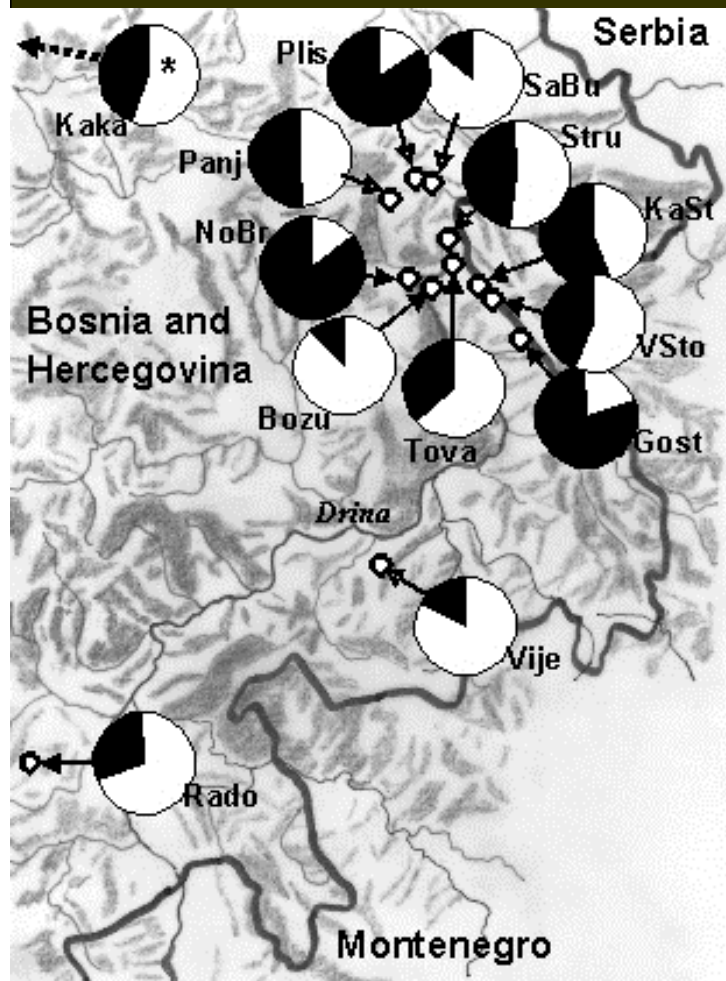


Izolácia

- geografická (v nespojitom areáli)
- vzdialenosťou (v spojitom areáli)
- fenologická
 - sezónny rytmus
 - denný rytmus
- výšková
- etologická (behaviorálna)
- genetická
 - prezygotické mechanizmy
 - gametofytická inkompatibilita
 - sporofytická inkompatibilita
 - postzygotické mechanizmy
 - embryonálna letalita (neklíčivosť hybridných semien)
 - sterilita hybridov
 - znížená životaschopnosť hybridov

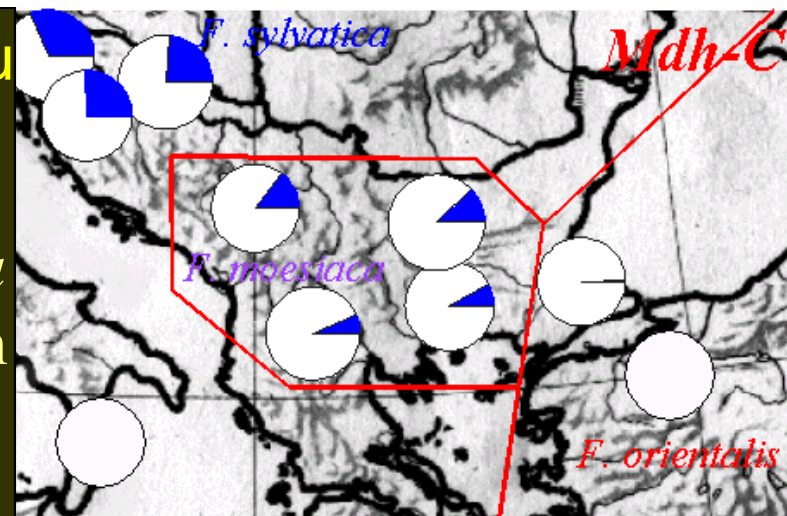
geografická

vzdialenosťou

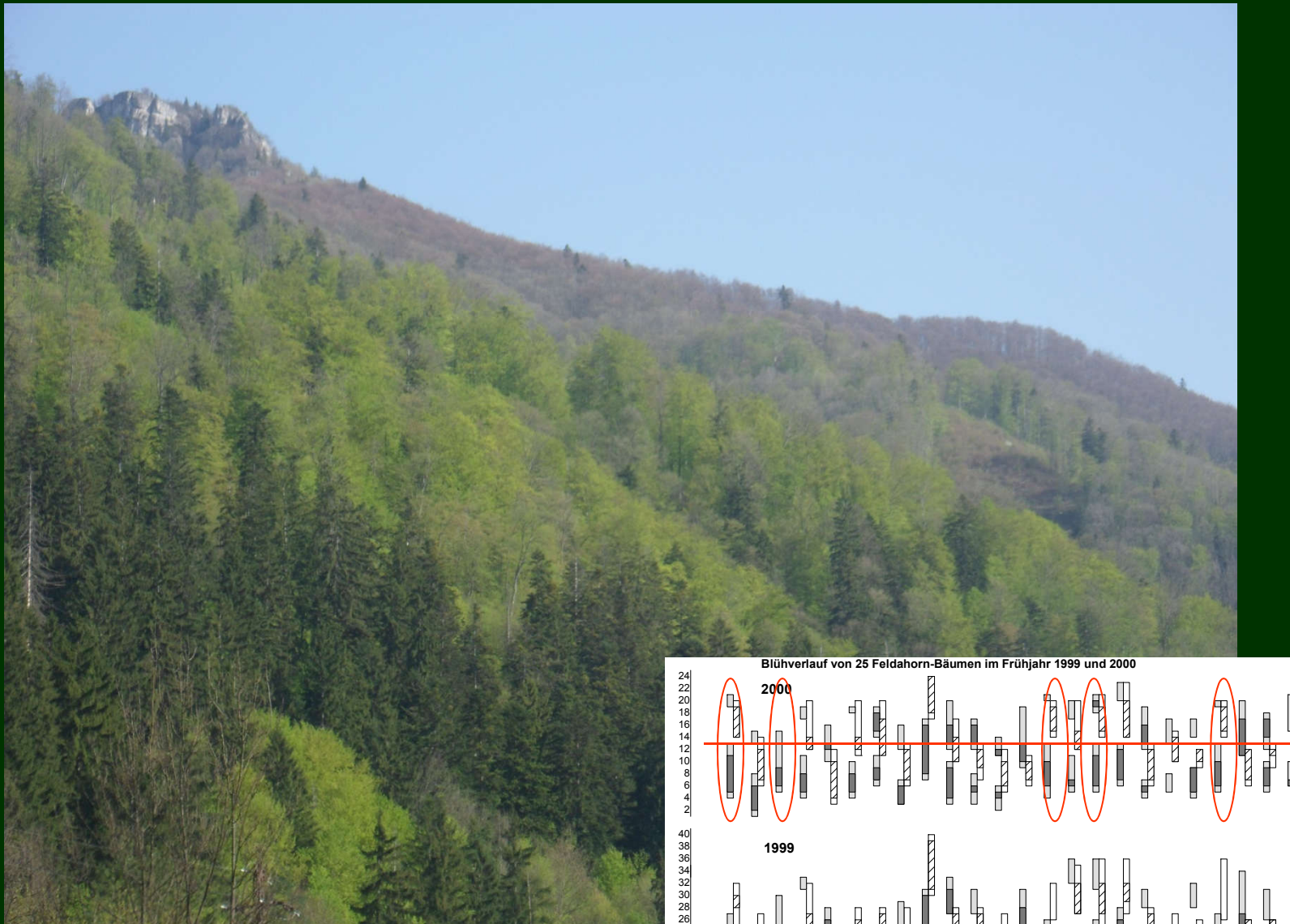


Picea omorika
Bosna

Fagus sylvatica
Balkán

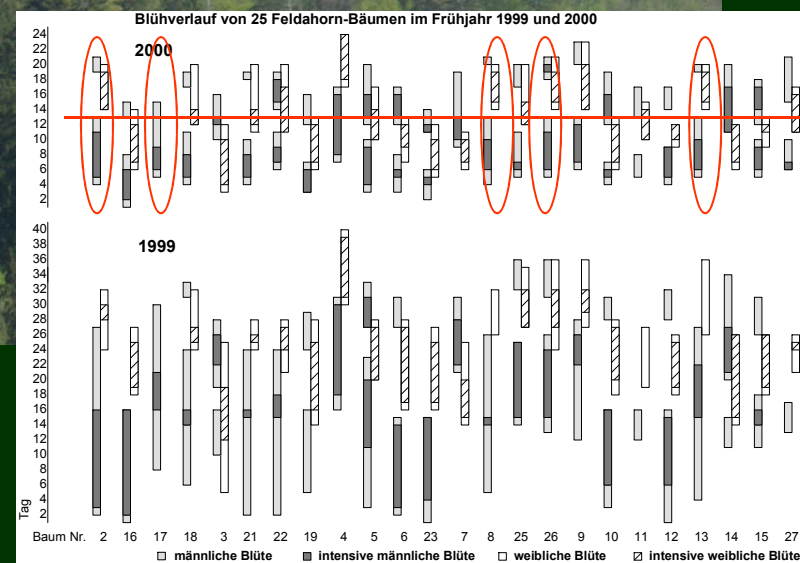


výšková

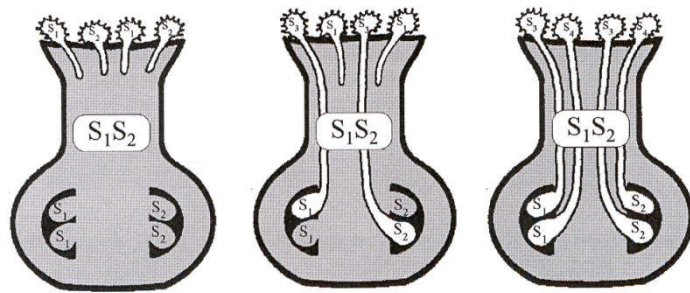


fenologická

Acer pseudoplatanus
sem. sad.



genetická – prezygotické mechanizmy



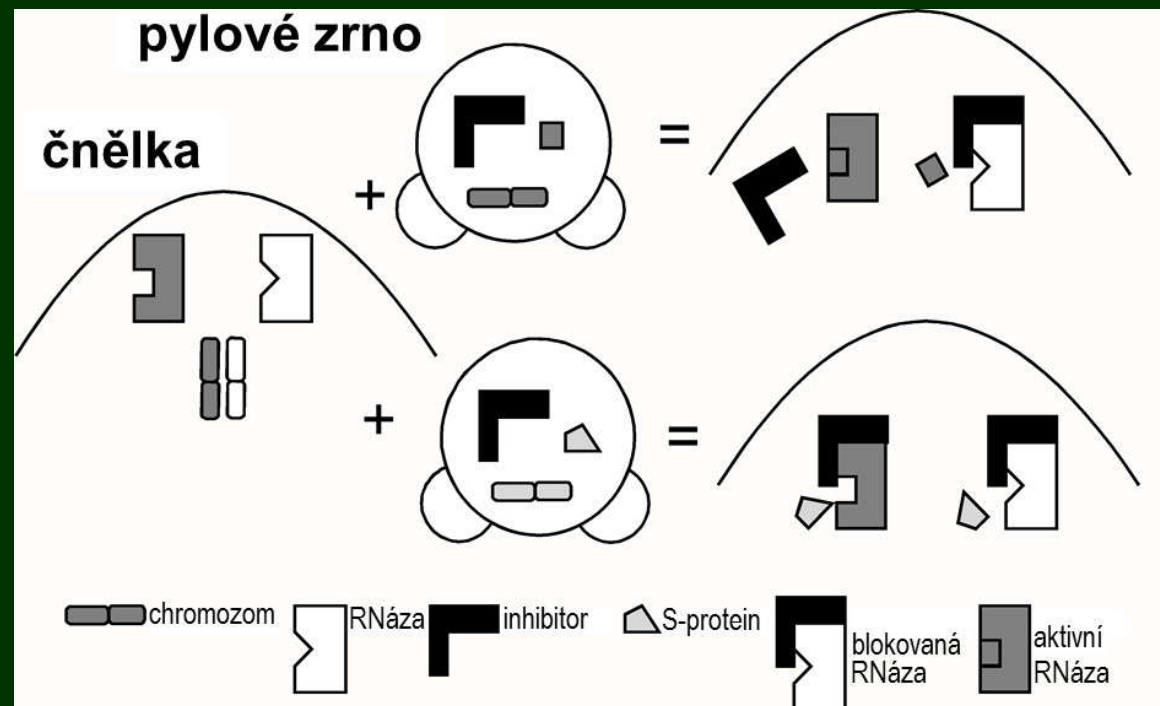
Cross: $S_1S_2 \times S_1S_2$

$S_1S_2 \times S_1S_3$

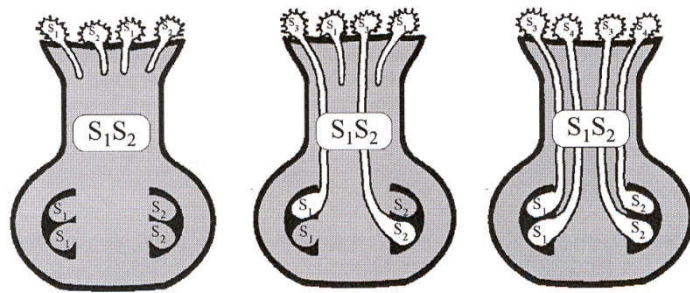
$S_1S_2 \times S_3S_4$

Gametofytická inkompatibilita

$$\begin{aligned} \text{♀ } S_1S_2 \times \text{♂ } S_1S_2 &\rightarrow 0 \\ S_1S_2 \times S_1S_3 &\rightarrow S_1S_3, S_2S_3 \\ S_1S_2 \times S_3S_4 &\rightarrow S_1S_3, S_2S_3, S_1S_4, S_2S_4 \end{aligned}$$



genetická – prezygotické mechanizmy



Cross: $S_1S_2 \times S_1S_2$

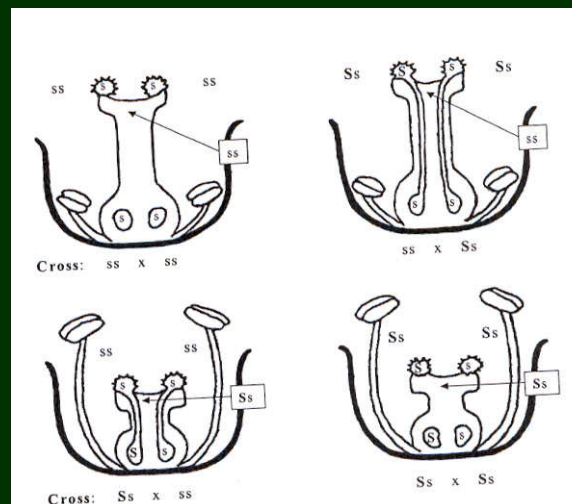
$S_1S_2 \times S_1S_3$

$S_1S_2 \times S_3S_4$

Gametofytická inkompatibilita

$$\begin{aligned} \text{♀ } S_1S_2 \times \text{♂ } S_1S_2 &\rightarrow 0 \\ S_1S_2 \times S_1S_3 &\rightarrow S_1S_3, S_2S_3 \\ S_1S_2 \times S_3S_4 &\rightarrow S_1S_3, S_2S_3, S_1S_4, S_2S_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{♀ } S_1S_2 \times \text{♂ } S_1S_2 &\rightarrow 0 \\ S_1S_2 \times S_1S_3 &\rightarrow 0 \\ S_1S_2 \times S_3S_4 &\rightarrow S_1S_3, S_2S_3, S_1S_4, S_2S_4 \end{aligned}$$



Cross: $ss \times ss$

$ss \times Ss$

Cross: $Ss \times ss$

$Ss \times Ss$

Distyly

genetická – postzygotické mechanizmy

Príčiny:

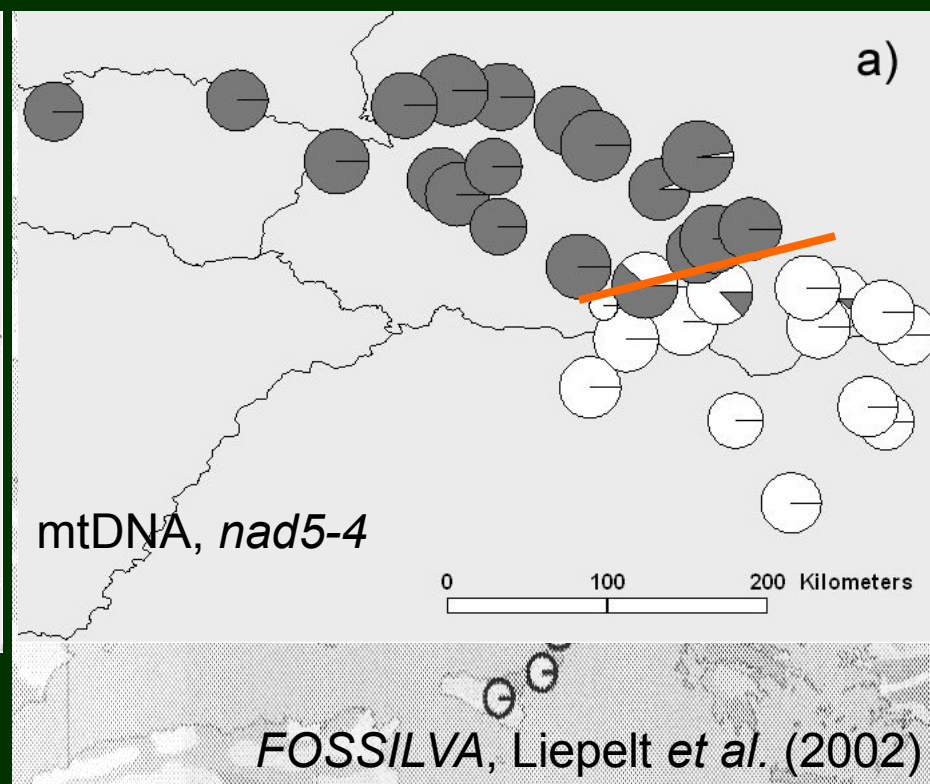
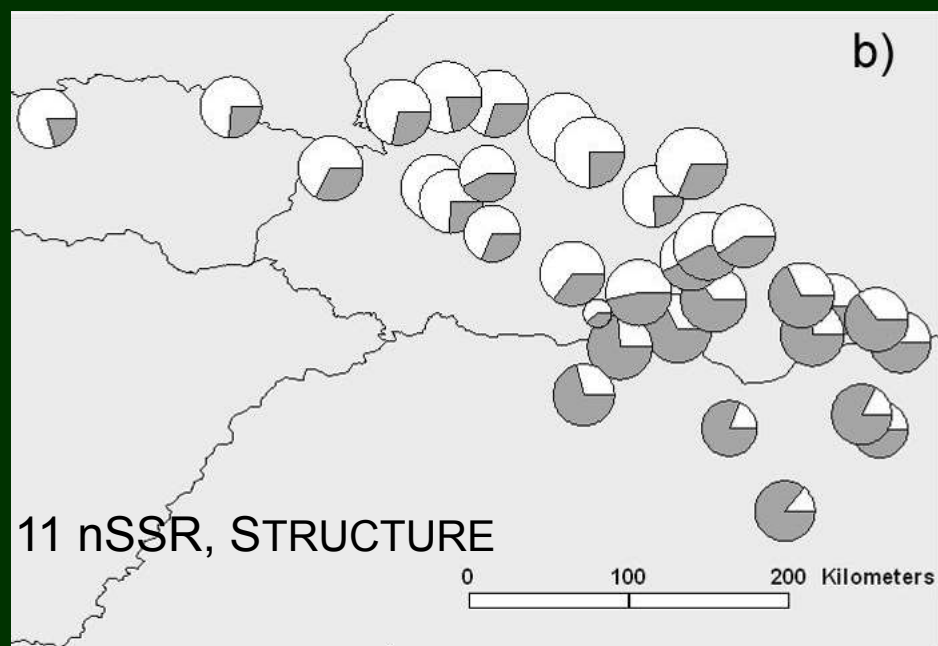
- letálne alely
- rozdielne počty chromozómov
- rozdielna štruktúra chromozómov

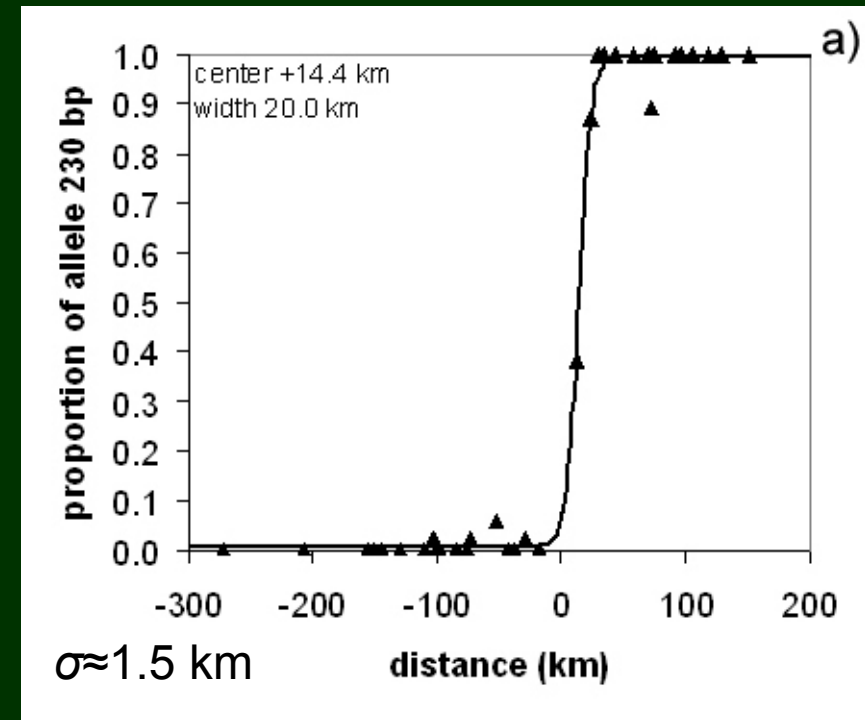
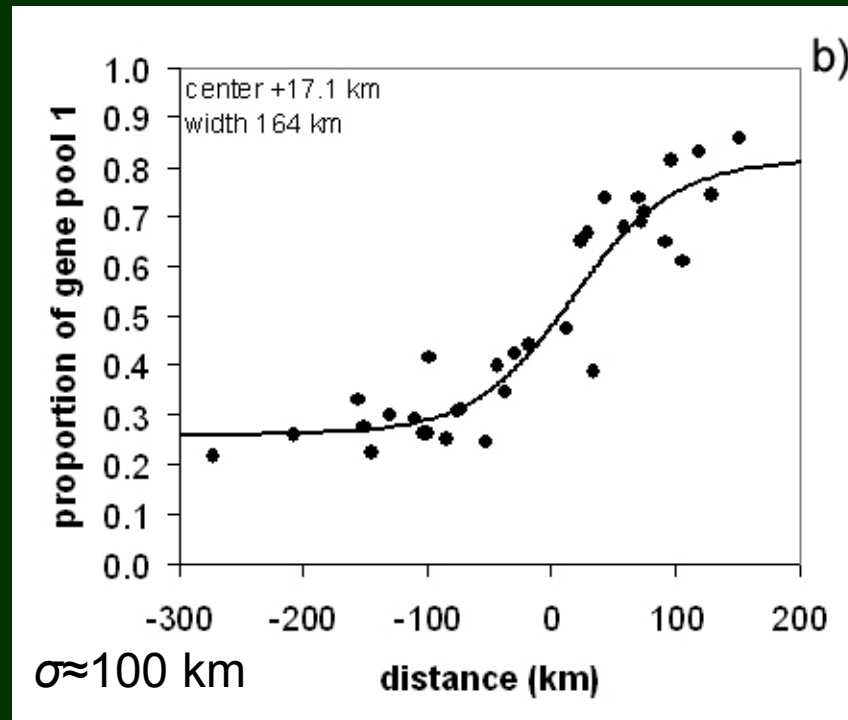
Dôsledky:

- embryonálna letalita
- neživotaschopnosť hybridov
- sterilita hybridov

Tok génov medzi populáciami

- peľom
- semenami

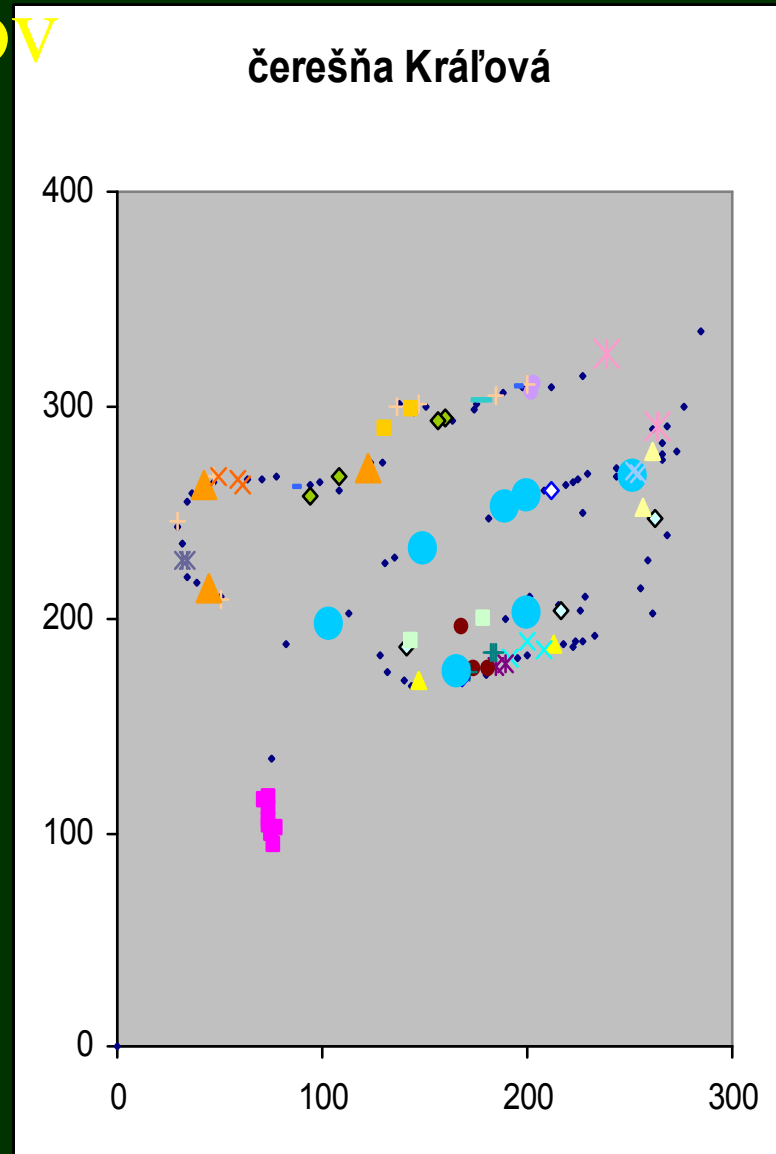




Tok génov

- **peľom**
- **semenami**
- **vegetatívne**
 - koreňovými výmladkami
 - hrúžením
 - zakorenením prenesenej časti

Tok géno



Baum	X	Y	Klon	Voll-	Halb-	Nicht	Baum	X	Y	Klon	Voll-	Halb-	Nicht
geschw. geschw. verwandt							geschw. geschw. verwandt						
2	(1.1	6.1)	))))))	))))))	))))))	))))))	62	(27.4	69.0)))))))))))))))))))	*
12	(28.8	0.6)	))))))	))))))	))))))	))))))	108	(-1.8	87.3)	))))))	))))))	))))))	1
42	(7.0	43.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	171	(10.1	124.0)))))))))))))))))))	-
3	(8.6	10.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	36	(15.2	33.8)	))))))	))))))	))))))	1
24	(2.0	20.4)	))))))	))))))	))))))	))))))	41	(29.8	46.6)	))))))	))))))	))))))	1
4	(12.1	10.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	63	(24.3	65.2)	))))))	))))))	))))))	1
38	(26.3	37.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	67	(12.5	66.6)))))))))))))))))))	-
76	(-0.7	81.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	70	(-0.5	65.4)	))))))	))))))	))))))	1
86	(22.0	80.4)	))))))	))))))	))))))	))))))	120	(25.1	93.8)	))))))	))))))	))))))	1
110	(0.3	95.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	74	(0.9	76.4)	))))))	))))))	))))))	1
149	(10.0	118.7)	))))))	))))))	))))))	))))))	119	(22.6	95.6)	))))))	))))))	))))))	1
6	(13.6	3.4)	))))))	))))))	))))))	))))))	79	(5.5	83.3)	))))))	))))))	))))))	1
7	(15.6	1.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	151	(13.5	111.5)))))))))))))))))))	*
31	(20.6	31.4)	))))))	))))))	))))))	))))))	152	(15.0	111.6)))))))))))))))))))	*
34	(-6.4	36.4)	))))))	))))))	))))))	))))))	153	(14.9	110.9)))))))))))))))))))	-
11	(21.4	6.5)	))))))	))))))	))))))	))))))	154	(17.9	109.8)))))))))))))))))))	-
92	(26.7	85.7)	))))))	))))))	))))))	))))))	80	(9.2	72.2)	))))))	))))))	))))))	1
140	(1.5	112.3)	))))))	))))))	))))))	))))))	160	(13.0	126.1)	))))))	))))))	))))))	1
14	(26.1	19.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	161	(30.5	127.4)	))))))	))))))	))))))	1
131	18.2	103.8	))))))	))))))	))))))	))))))	81	(9.3	78.8)	))))))	))))))	))))))	1
133	(12.8	103.5)	))))))	))))))	))))))	))))))	129	(25.3	109.8)	))))))	))))))	))))))	1
109	(-0.6	92.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	130	(24.8	109.6)	))))))	))))))	))))))	1
17	(16.5	6.1)	))))))	))))))	))))))	))))))	99	(23.3	84.8)	))))))	))))))	))))))	1
107	(12.3	87.4)	))))))	))))))	))))))	))))))	134	(11.2	104.0)	))))))	))))))	))))))	1
53	9.4	99.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	135	(10.5	104.9)))))))))))))))))))	-
166	(16.9	124.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	136	(11.1	104.9)))))))))))))))))))	-
18	6.3	19.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	117	(5.6	99.8)	))))))	))))))	))))))	1
27	(-6.8	25.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	128	(24.7	108.0)	))))))	))))))	))))))	1
85	(20.1	74.6)	))))))	))))))	))))))	))))))	180	(24.1	138.5)	))))))	))))))	))))))	1
101	(21.1	87.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	168	(15.0	122.4)))))))))))))))))))	*
102	(18.0	90.3)	))))))	))))))	))))))	))))))	169	(13.5	123.5)))))))))))))))))))	*
103	(17.5	90.1)	-				123	(28.8	98.1)	))))))	))))))	))))))	1
26	(-4.2	21.4)	))))))	))))))	))))))	))))))	124	(31.2	96.3)	))))))	))))))	))))))	1
72	(-3.6	70.5)	))))))	))))))	))))))	))))))	186	(12.0	139.0)	))))))	))))))	))))))	1
104	(-5.0	69.3)	))))))	))))))	))))))	))))))	37	(25.4	36.6)	))))))	))))))	))))))	1
73	(17.8	90.1)	))))))	))))))	))))))	))))))	93	(35.0	87.2)	))))))	))))))	))))))	1
105	(13.3	86.5)	))))))	))))))	))))))	))))))	126	(30.6	116.8)	))))))	))))))	))))))	1
29	5.1	25.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	178	(13.8	135.0)	))))))	))))))	))))))	1
43	7.5	48.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	179	(26.5	140.3)))))))))))))))))))	-
142	(-4.8	112.5)	))))))	))))))	))))))	))))))	181	(22.5	145.0)	))))))	))))))	))))))	1
147	7.4	115.9)	))))))	))))))	))))))	))))))	127	(26.9	108.0)	))))))	))))))	))))))	1
32	(26.3	29.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	145	(5.6	105.8)	))))))	))))))	))))))	1
143	(-4.2	112.3)	))))))	))))))	))))))	))))))	192	(1.5	146.0)	))))))	))))))	))))))	1
198	(-5.0	137.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	28	(-1.4	29.8)	))))))	))))))	))))))	1
182	(16.8	144.5)	))))))	))))))	))))))	))))))	82	(12.4	75.0)	))))))	))))))	))))))	1
197	(-2.2	139.1)	))))))	))))))	))))))	))))))	83	(12.7	75.9)	))))))	))))))	))))))	1
33	(30.6	26.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	111	(0.0	99.9)	))))))	))))))	))))))	1
45	9.6	45.7)	))))))	))))))	))))))	))))))	137	(4.8	103.6)	))))))	))))))	))))))	1
40	(31.2	40.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	138	(1.3	101.)	))))))	))))))	))))))	1
57	(-3.2	60.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	139	(0.2	112.1)	))))))	))))))	))))))	1
88	(25.5	81.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	141	(-0.9	112.7)	))))))	))))))	))))))	1
89	(25.7	81.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	144	(3.1	106.1)))))))))))))))))))	-
35	(11.7	34.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	157	(20.9	111.0)	))))))	))))))	))))))	1
125	(30.0	103.4)	))))))	))))))	))))))	))))))	25	(-1.2	23.2)	))))))	))))))	))))))	1
68	(14.6	62.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	162	(25.5	128.8)	))))))	))))))	))))))	1
39	(28.0	41.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	164	(19.8	122.5)	))))))	))))))	))))))	1
69	6.3	66.5)	))))))	))))))	))))))	))))))	165	(19.1	125.8)	))))))	))))))	))))))	1
148	9.7	118.6)	))))))	))))))	))))))	))))))	177	(31.0	135.5)	))))))	))))))	))))))	1
44	(-0.7	46.9)	))))))	))))))	))))))	))))))	16	(23.9	21.0)	))))))	))))))	))))))	1
122	(24.7	98.6)	))))))	))))))	))))))	))))))	170	(12.4	123.4)	))))))	))))))	))))))	1
159	(27.8	117.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	175	(24.7	131.)	))))))	))))))	))))))	1
48	(17.4	58.6)	))))))	))))))	))))))	))))))	176	(22.0	133.0)	))))))	))))))	))))))	1
65	(15.6	68.3)	))))))	))))))	))))))	))))))	191	(2.2	142.9)	))))))	))))))	))))))	1
66	(15.4	68.5)	))))))	))))))	))))))	))))))	185	(18.0	134.0)	))))))	))))))	))))))	1
30	(8.1	28.8)	))))))	))))))	))))))	))))))	75	(-4.2	79.9)	))))))	))))))	))))))	1
64	(17.8	64.1)	))))))	))))))	))))))	))))))	188	(0.8	146.5)	))))))	))))))	))))))	1
132	(16.5	103.2)	))))))	))))))	))))))	))))))	189	(7.6	146.3)))))))))))))))))))	-
163	(22.0	129.0)	))))))	))))))	))))))	))))))	172	(15.4	129.6)	))))))	))))))	))))))	1
54	(4.0	55.6)	))))))	))))))	))))))	))))))	173	(15.4	129.9)	))))))	))))))	))))))	1
56	(1.8	55.7)	))))))	))))))	))))))	))))))	174	(15.7	129.7)))))))))))))))))))	-

Tok génov

Živočíchy:

- prechod dospelých jedincov
- prenos v embryonálnom štádiu (vajíčka, ikry)
- prenos v haploidnom štádiu (spermie)