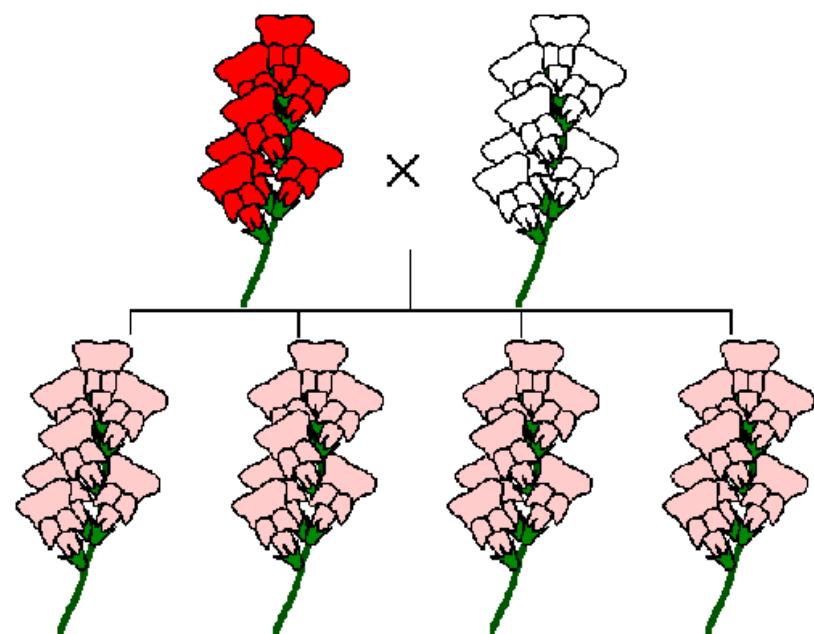
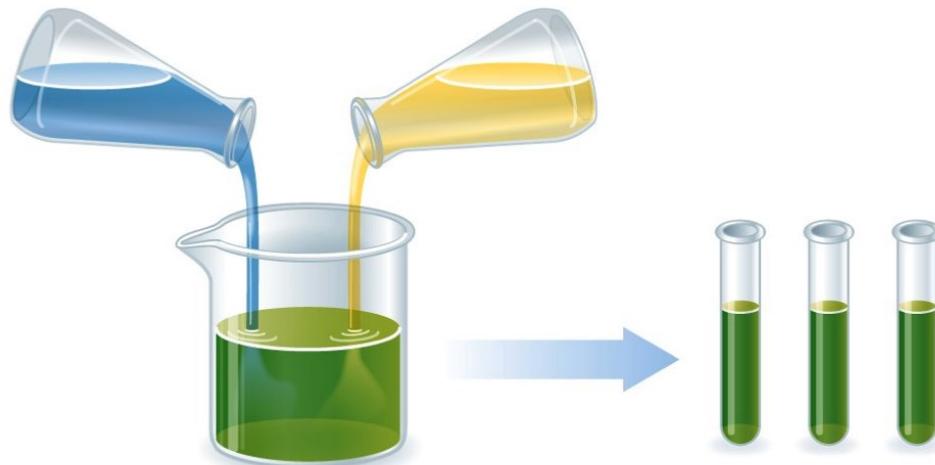


Dědičnost

Dědičnost



Směsná dědičnost (blending inheritance)



PŘEDSTAVTE SI BĚLOCHA, KTERÝ ZTROSKOTAL NA OSTROVĚ
OBYDLENÉM ČERNOCHY...

Tak mládenci, nechte
mě si vybrat některé
z vašich manželek.
Koneckonců
jsem Brit...

Chci také nějaké
dobrovolníky,
aby odnesli moje
zavazadla.

Fleeming Jenkin
kritizuje Darwinovu
teorii evoluce.

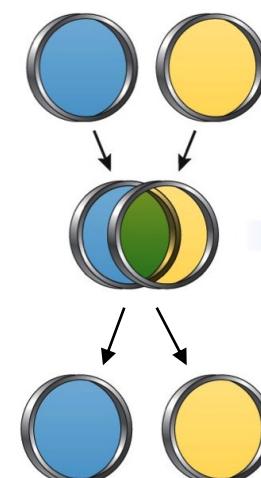
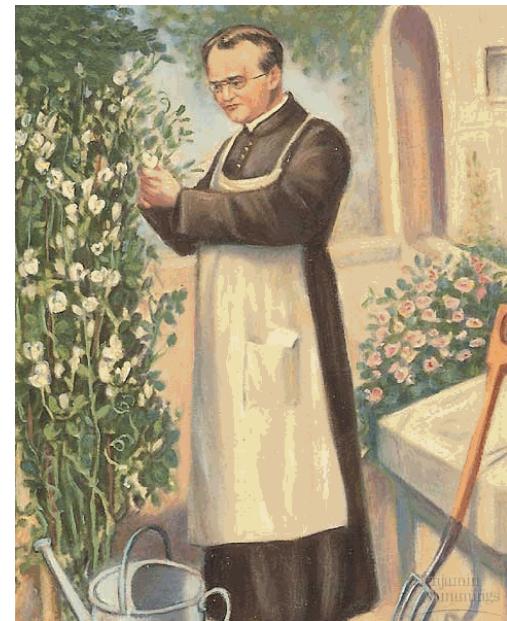
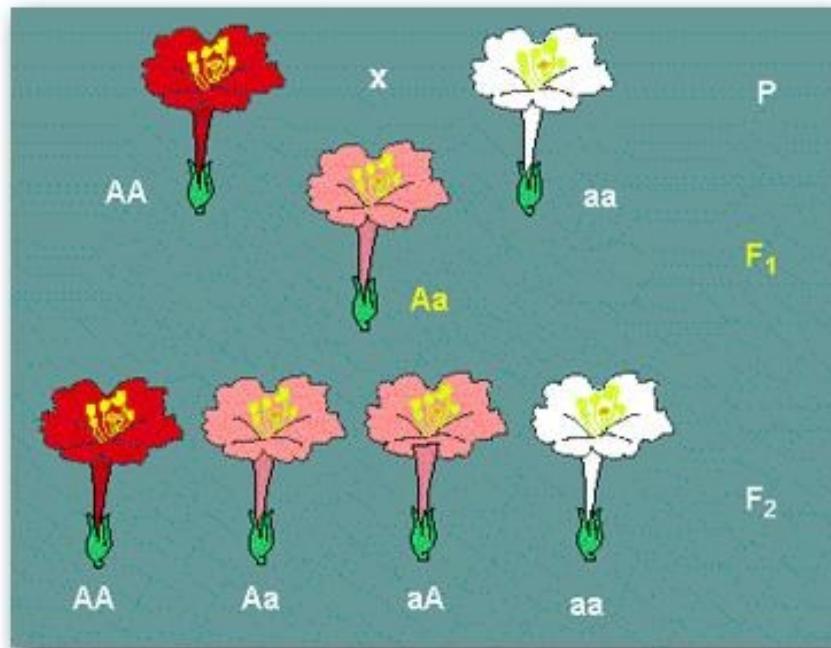
MĚL BY SPOUSTU MANŽELEK A NADPRŮMĚRNÝ POČET DĚtí...

...ALE UVĚŘIL BY NĚKDO TOMU, že na
CELÉM OSTROVĚ POSTUPNĚ VZNÍKNE
BÍLÁ NEBO I JEN ŽLUTÁ POPULACE?

Mendelova teorie dědičnosti (1866)

1. Zákon o čistotě a segregaci vloh

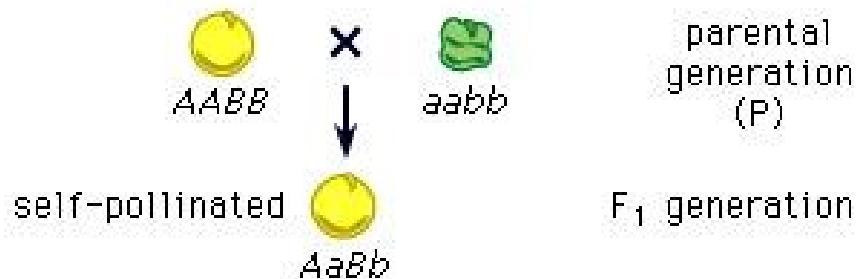
Vlohy pro jednotlivé znaky se vzájemně nemísí a v dalších generacích mohou znovu nezměněné segregovat.



Mendelova teorie dědičnosti

2. Zákon o volné kombinovatelnosti alel

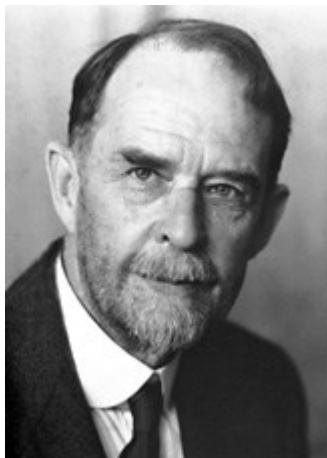
Alely odlišných genů se dědí nezávisle.



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

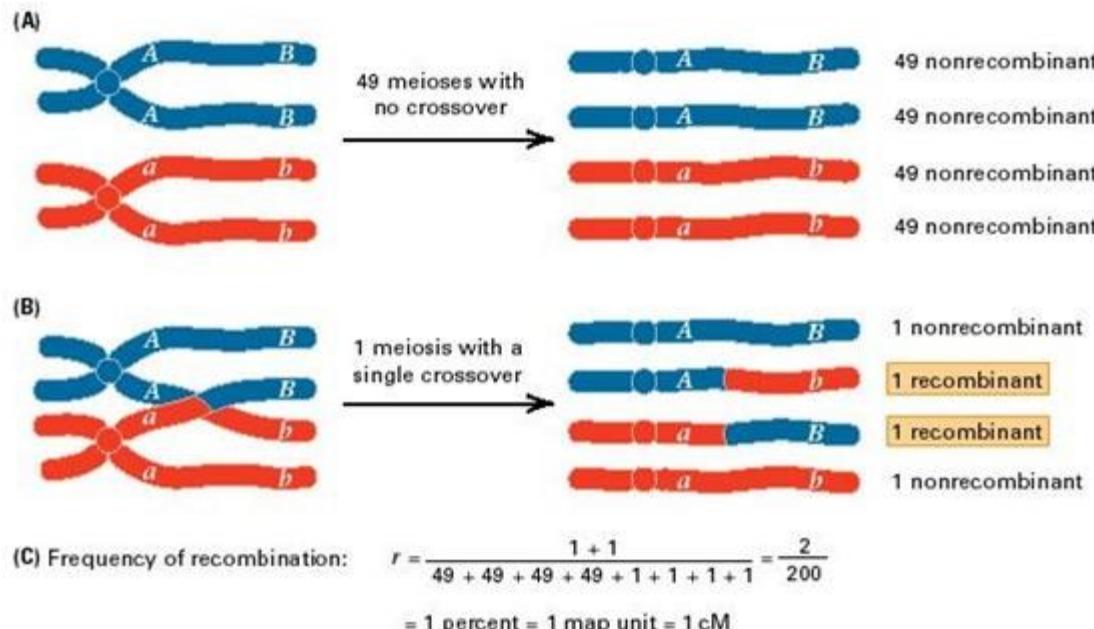
F₂ generation

Chromosomová teorie dědičnosti a genová vazba



- Alely, které leží na jednom chromosomu vedle sebe, se dědí společně (jsou ve vazbě).
- Vazba alel může být porušena rekombinací.
- Vzdálenost genů na chromosomech se měří v jednotkách cM (1cM ~ 1% rekombinantrních genotypů)

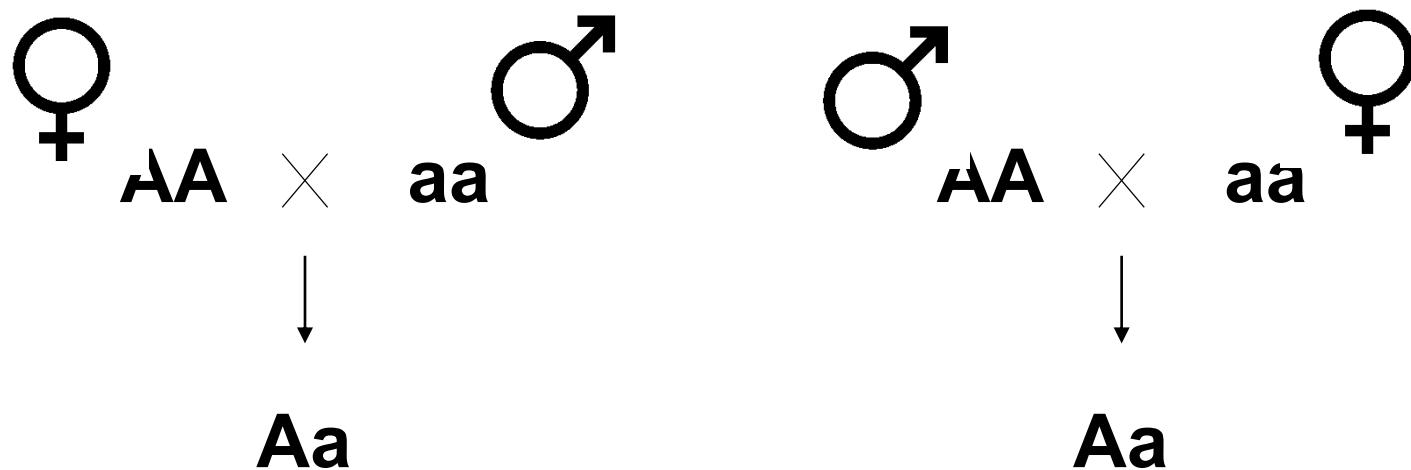
Thomas Morgan



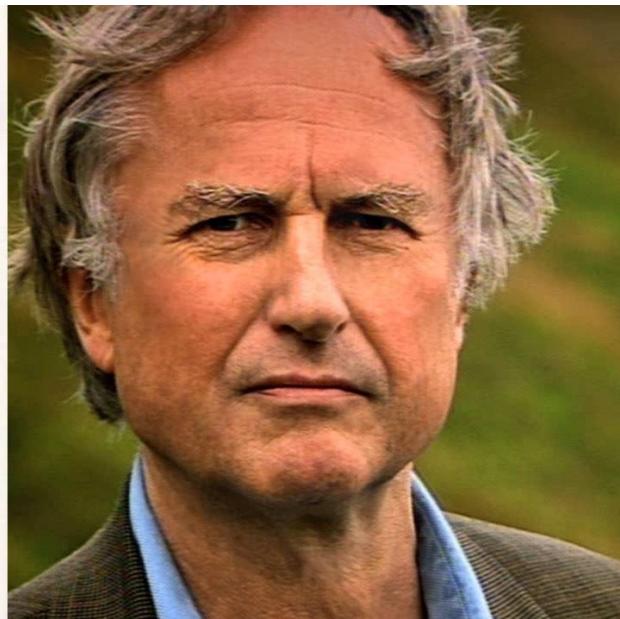
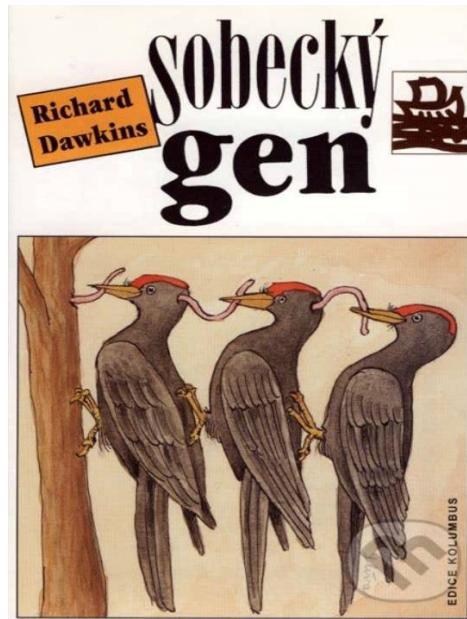
Mendelova teorie dědičnosti

3. Zákon o identitě reciprokých křížení

Nezáleží, zda je alela zděděná od otce či od matky.

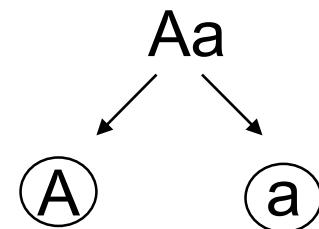


Nemendelovská dědičnost



Meiotický tah

- Do gamet se při meióze dostává přednostně jedna alela.



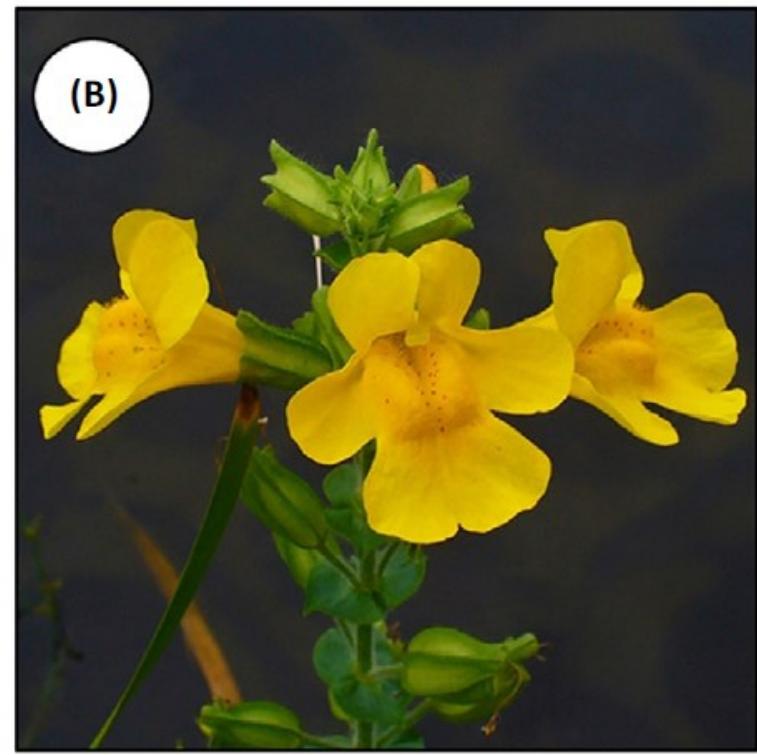
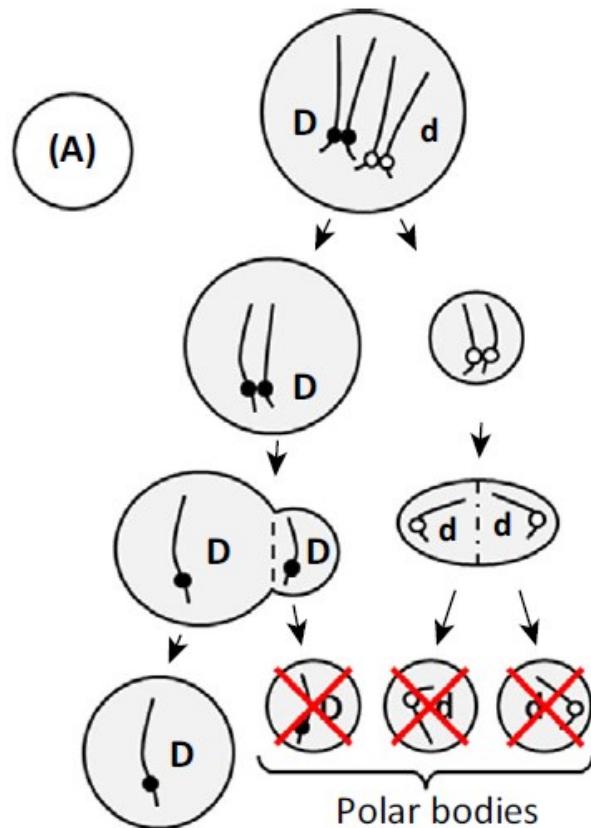
— 1 : 1 —

10 : 1
1 : 10

Samičí meiotický tah

- Jedna alela přednostně vytlačena do pólové buňky

Oogenesis

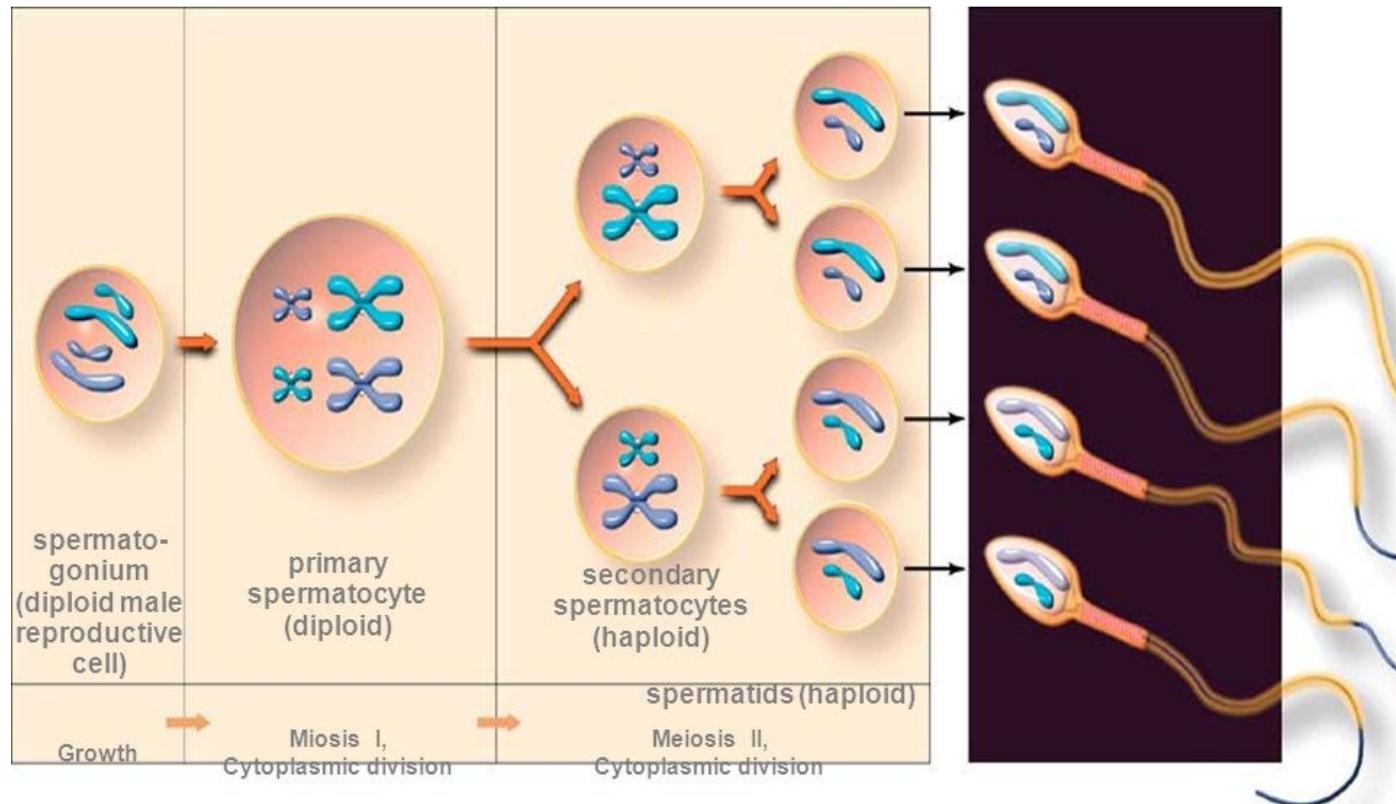


Kejklířka skvrnitá (*Mimulus guttatus*)

Samčí meiotický tah (gametický tah)

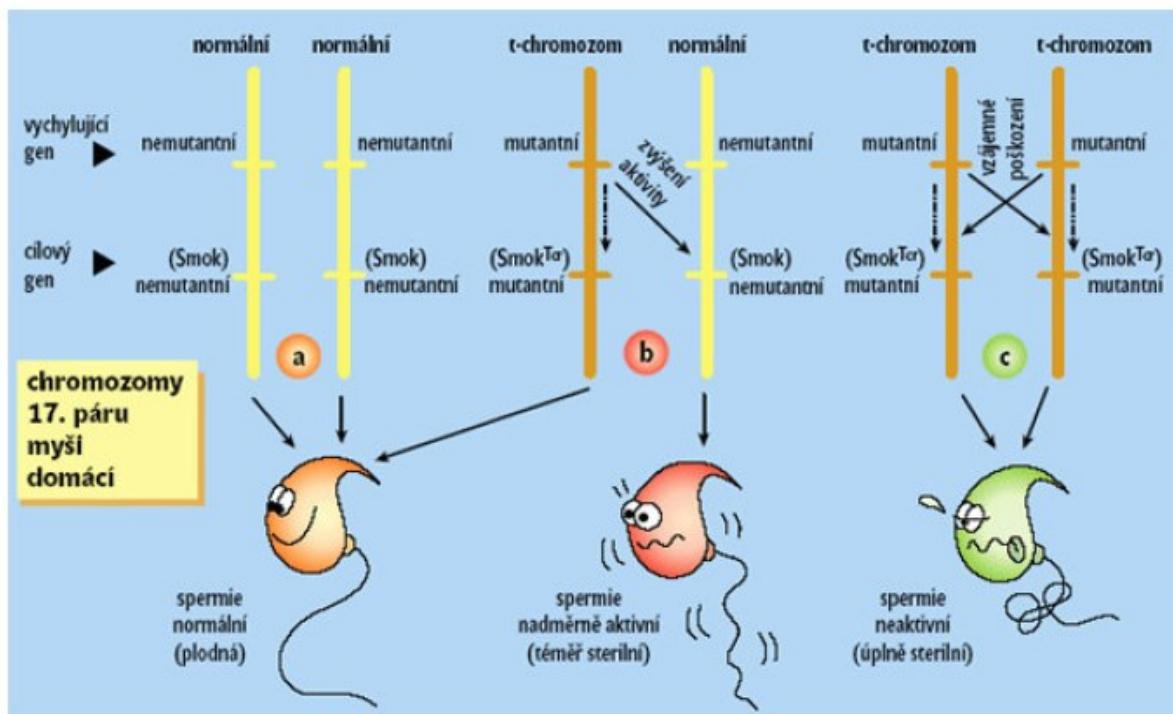
- likvidace spermií nesoucích určitou alelu

Spermatogenesis



t-haplotyp

- Inverze na chromosomu 17
- U nás až 13% myší domácích
- Samci drive až 90%



Referát: T-haplotype a migrace u myší domácích

PROCEEDINGS B

rspb.royalsocietypublishing.org

Research



Cite this article: Runge J-N, Lindholm AK. 2018 Carrying a selfish genetic element predicts increased migration propensity in free-living wild house mice. *Proc. R. Soc. B* 285: 20181333. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.1333>

Received: 4 July 2018

Accepted: 10 September 2018

Subject Category:

Evolution

Carrying a selfish genetic element predicts increased migration propensity in free-living wild house mice

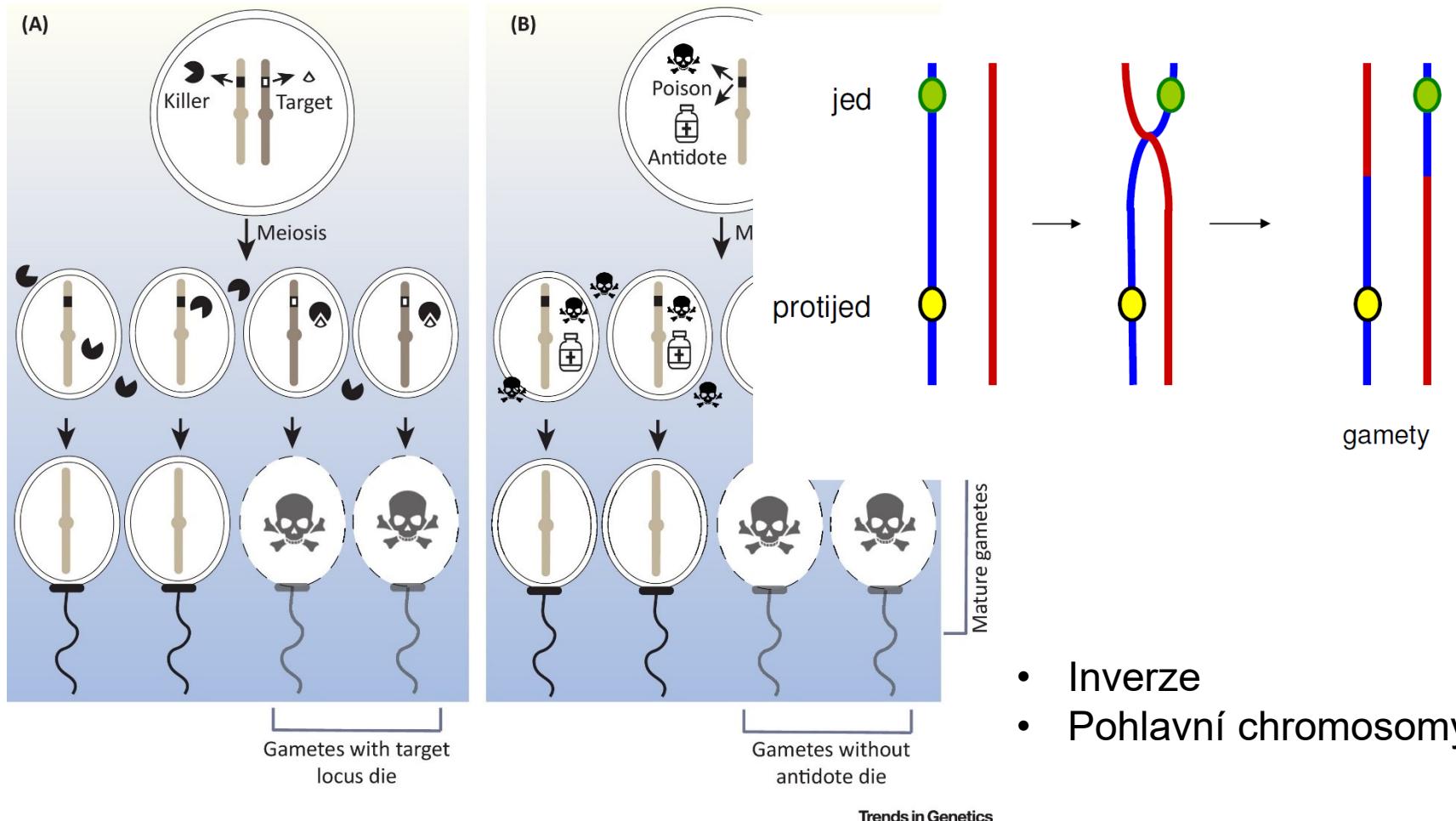
Jan-Niklas Runge and Anna K. Lindholm

Department of Evolutionary Biology and Environmental Sciences, University of Zurich, CH-8057 Zurich, Switzerland

J-NR, 0000-0002-0450-9897; AKL, 0000-0001-8460-9769

Life is built on cooperation between genes, which makes it vulnerable to parasitism. Selfish genetic elements that exploit this cooperation can achieve large fitness gains by increasing their transmission relative to the rest of the genome. This leads to counter-adaptations that generate unique selection pressures on the selfish genetic element. This arms race is similar to host-parasite coevolution, as some multi-host parasites alter the host's behaviour to increase the chance of transmission to the next host. Here, we ask if, similarly to these parasites, a selfish genetic element in house mice, the *t* haplotype, also manipulates host behaviour, specifically the host's migration propensity. Variants of the *t* that manipulate migration propensity could increase in fitness in a meta-population. We show that juvenile mice carrying the *t* haplotype were more likely to emigrate from and were more often found as migrants within a long-term free-living house mouse population. This result may have applied relevance as the *t* has been proposed as a basis for artificial gene drive systems for use in population control.

Meiotický tah častější v oblastech se sníženou rekombinací



- Rekombinace jako obrana před sobeckými elementy

Referát: Proč pohlavní chromosomy přestaly rekombinovat?

Trends in Genetics

CellPress
REVIEWS

Opinion

Why Do Sex Chromosomes Stop Recombining?

Suvi Ponnikas,¹ Hanna Sigeman,¹ Jessica K. Abbott,¹ and Bengt Hansson^{1,*}

Syntetický meiotický tah

- Využívá se k regulaci populací různých přenašečů nemocí např. komárů
- Pomocí meiotického tahu se v populaci velice rychle rozšíří geny, které dokáží snížit životaschopnost či fertilitu komárů.
- Rozšíření mutace způsobující rezistenci komárů vůči malárii



Zygotický tah

- Dochází k němu na úrovni zygoty či postzygoticky.
- Ovlivnění přežití potomků s určitými alelami rodiči či sourozenci.
- **Efekt zelenovouse**

Alela musí zajistit:

1. fenotypický znak (např. zelený vous),
2. rozeznání znaku ostatními jedinci,
3. zprotředkování pomoci jedincům nesoucím danou alelu.



Solenopsis invicta

Supergen Gp-9

Polygynní kolonie (Bb královny) a monogynní kolonie (BB královna; bez inverze).

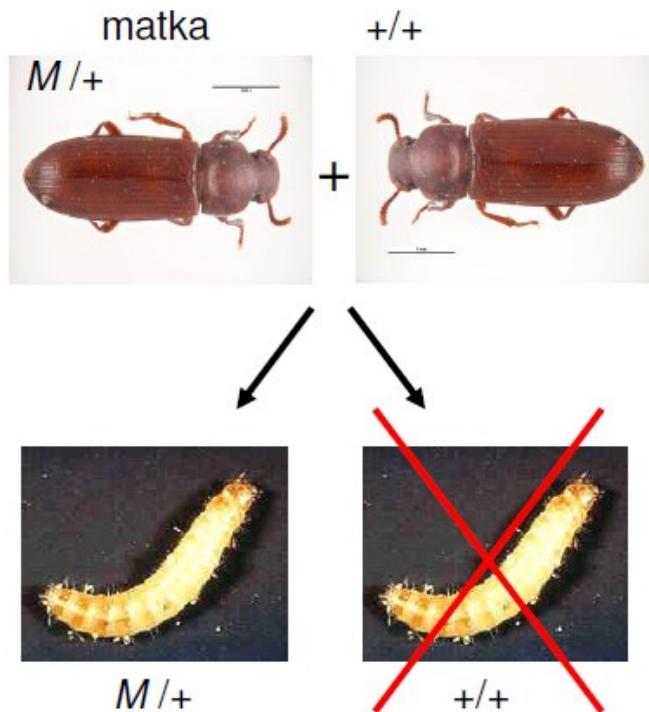
BB královny po přenesení do polygynní kolonie zabíjeny dělnicemi Bb . bb letální.

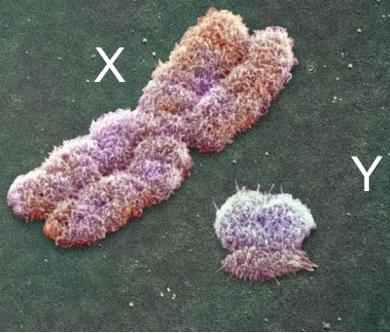
Zygotický tah

Medea (Maternal-Effect Dominant Embryonic Arrest)

- Alela způsobující smrt potomků, které ji nezdědí.
- Maternálně exprimovaný jed a zygoticky exprimovaný protijed.

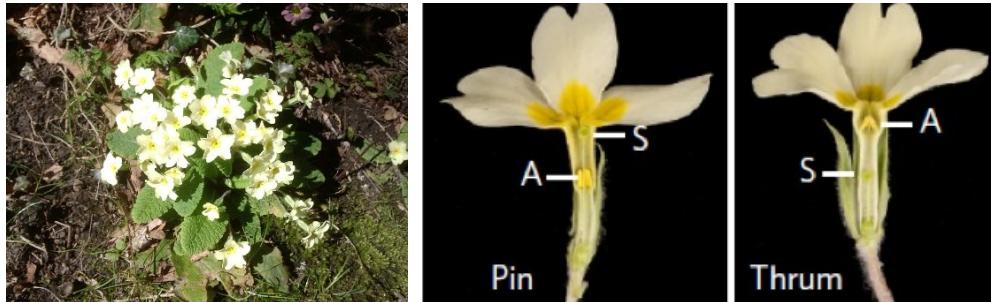
Tribolium castaneum





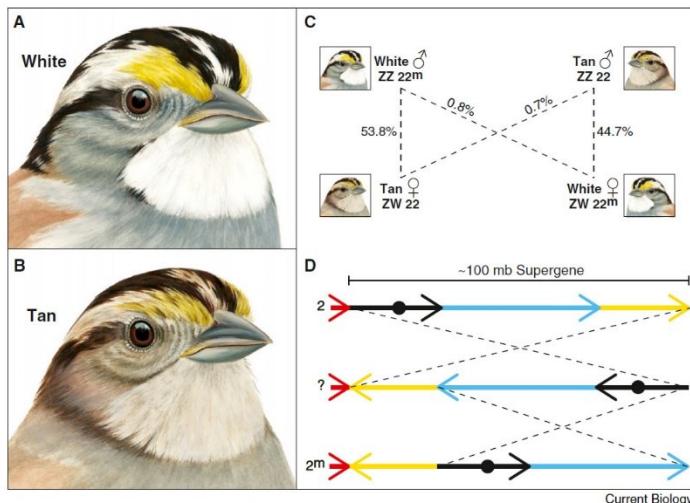
Supergeny

- Soubory koadaptovaných genů podmiňujících komplexní znak, které se dědí jako jeden gen.
- Obvykle v inverzi.

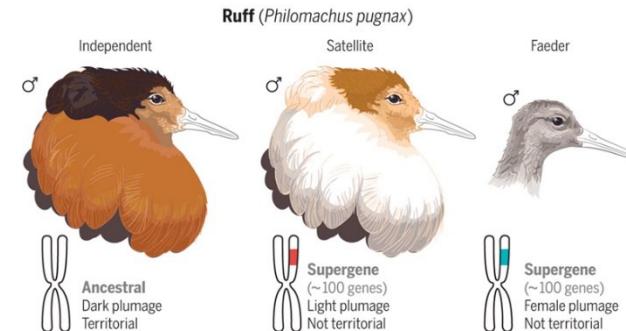


Heterostylie u prvosenky bezlodyžné (*Primula vulgaris*)

Strnadec bělohrdlý

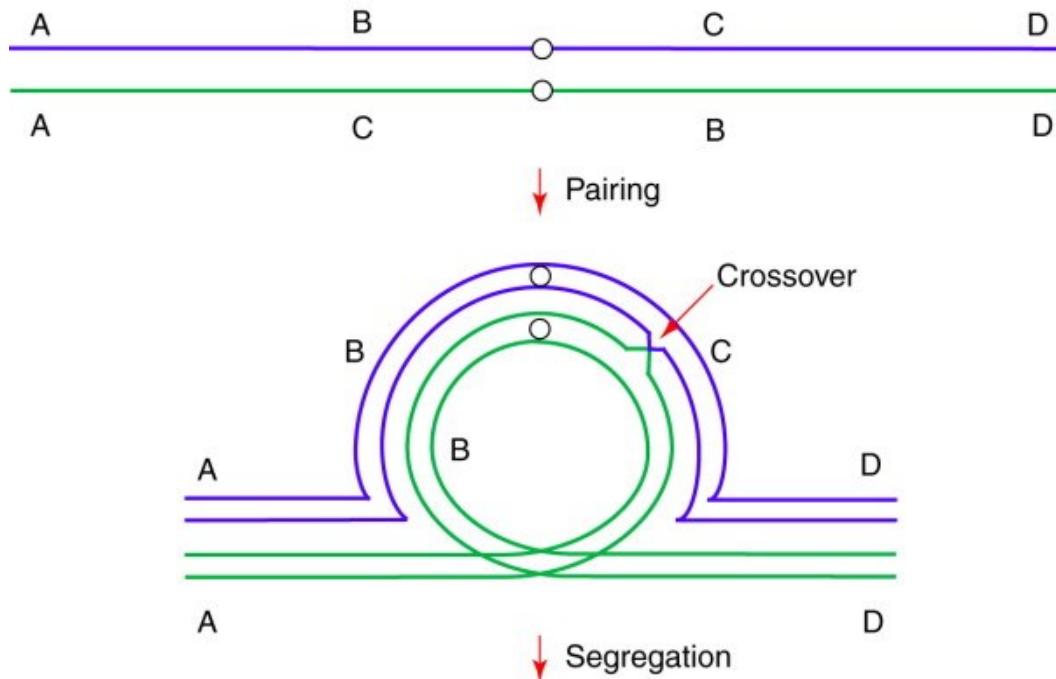


Tuttle et al. 2016 Curr. Biol.

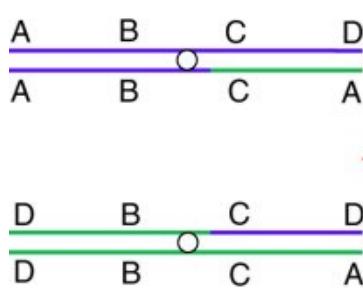


Kupper et al. 2016 Nat. Genet.

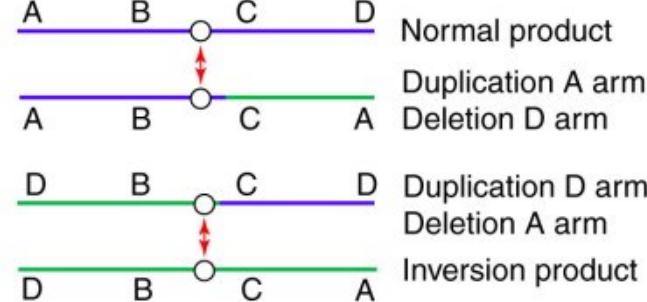
Inverze účinně potlačuje rekombinaci



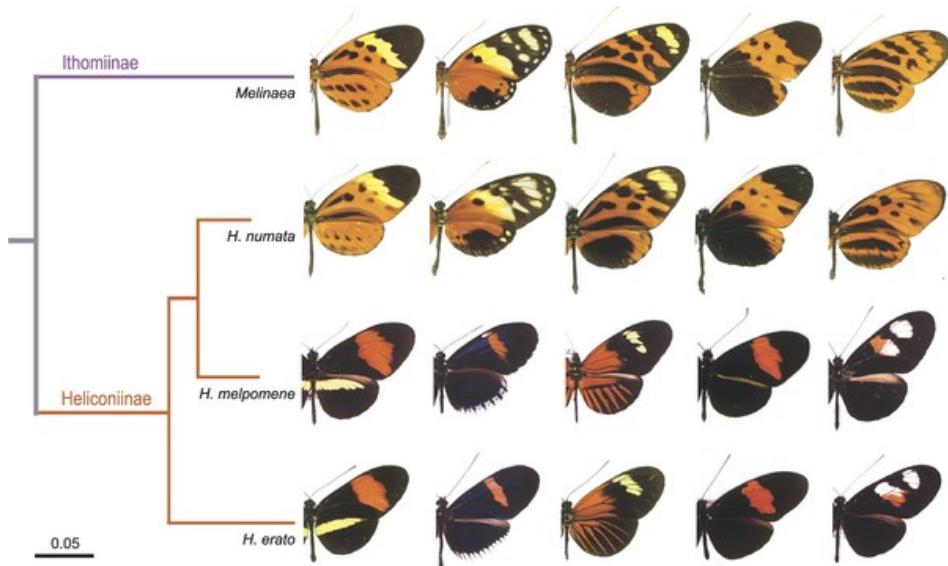
End of meiosis I



End of meiosis II



Referát: Mimetický polymorfismus u *Heliconius numata*



Report

Current Biology

Supergene Evolution Triggered by the Introgression of a Chromosomal Inversion

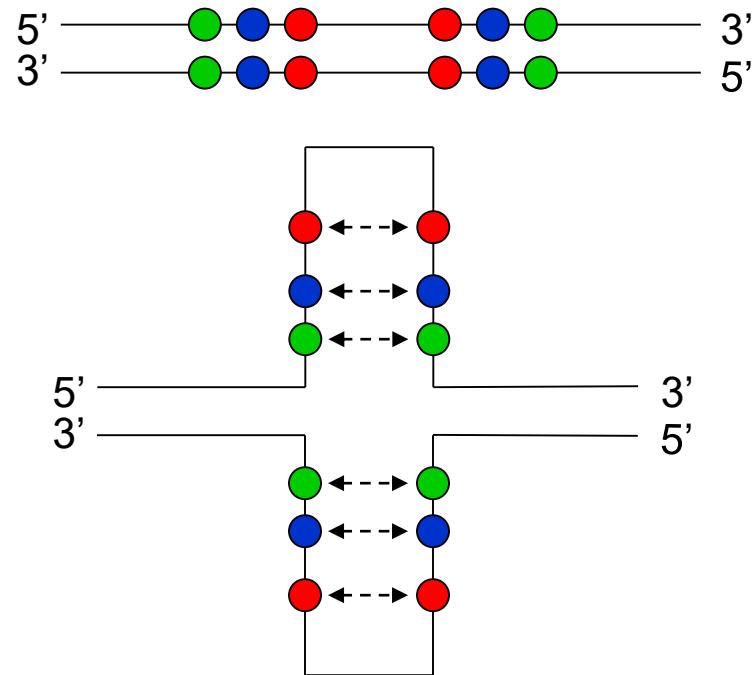
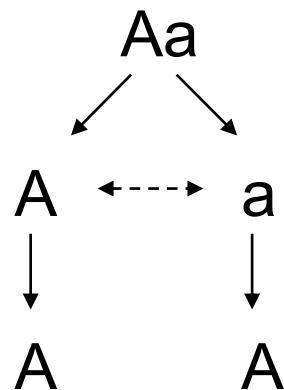
Polymorphism at a mimicry supergene maintained by opposing frequency-dependent selection pressures

Mathieu Chouteau^{a,1}, Violaine Llaurens^b, Florence Piron-Prunier^b, and Mathieu Joron^a

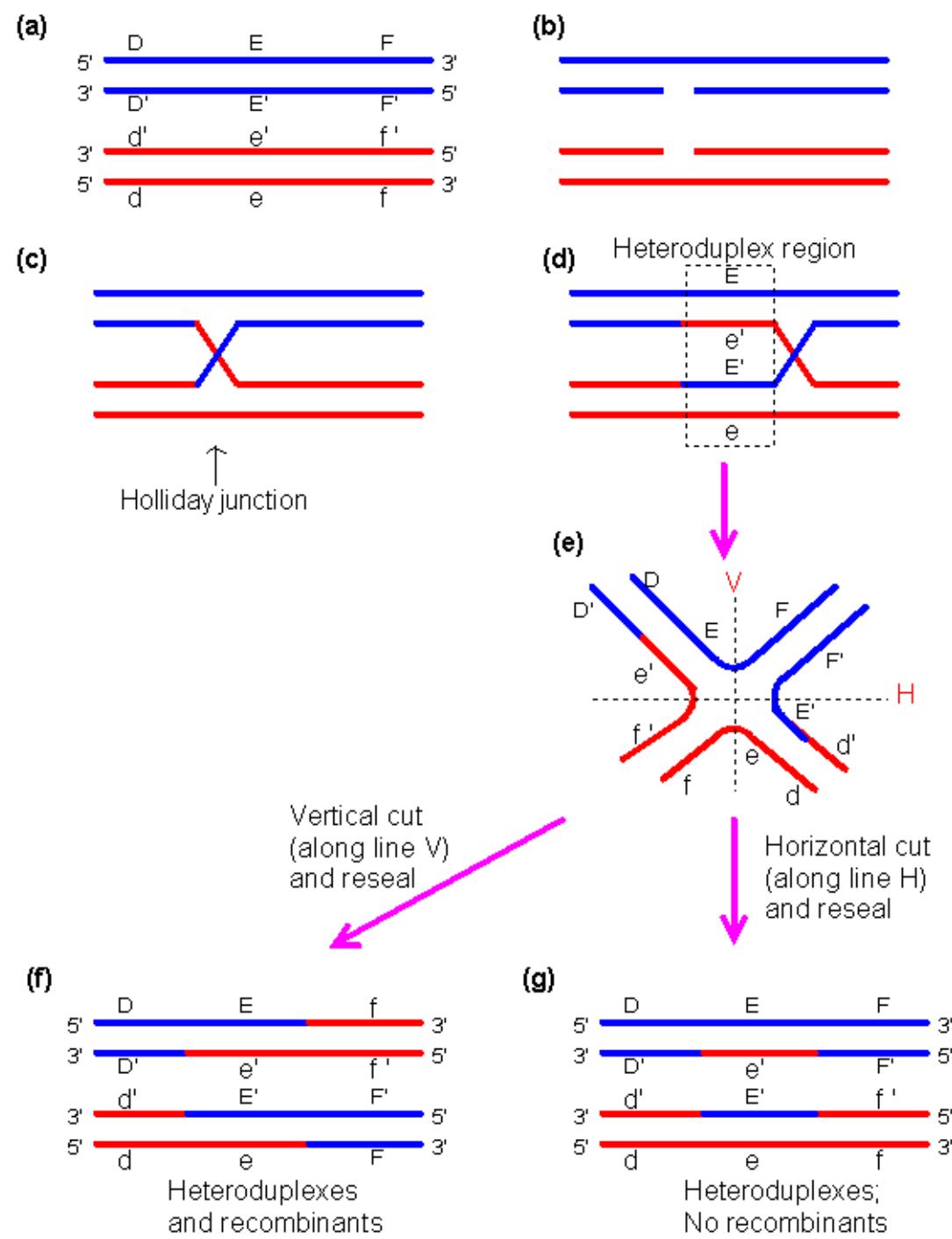
^aCentre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, UMR 5175 CNRS-Université de Montpellier, École Pratique des Hautes Études, Université Paul Valéry, 34293 Montpellier 5, France; and ^bInstitut de Systématique, Evolution, Biodiversité, UMR 7205 CNRS-École Pratique des Hautes Études, Muséum National d'Histoire Naturelle, Université Pierre-et-Marie-Curie, 75005 Paris, France

Genová konverze

- Dochází ke změně sekvence jedné alely podle alely druhé.
- Může k ní docházet i mezi paralogními geny.



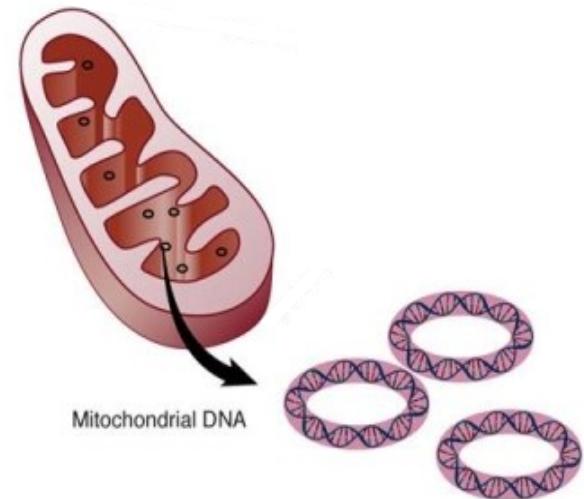
- Genové konverze vznikají často při meiotickém dělení.



Uniparentální dědičnost

Mitochondriální DNA

- Dědičnost po mateřské linii
- Ve výjimečných případech dědičnost po otcovské linii (škeble, slávky).
- Samci jsou pro mtDNA slepá evoluční linie, mohou jim škodit.
- Mitochondrie živočichů značně „ochočené“. Většina genů mtDNA přesunuta do jádra.
- Rostlinná mtDNA nese více genů. Může způsobovat pylovou sterilitu.



Intracelulární paraziti Arthropod

Wolbachia

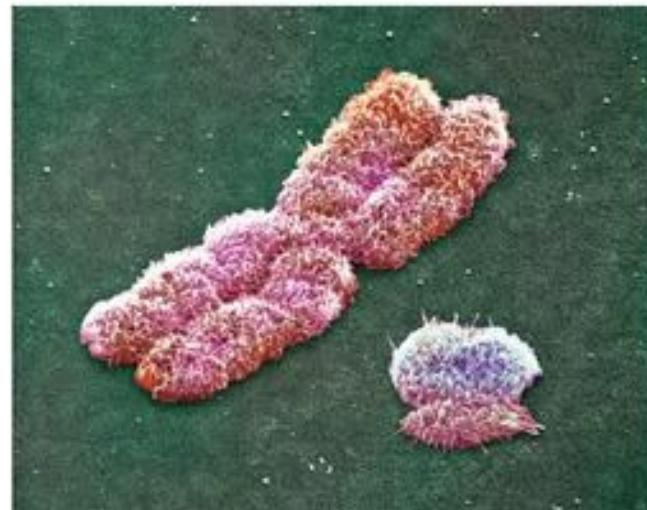
- Napadá více než polovinu druhů hmyzu
- U některých hostitelů způsobuje



- cytoplazmatická nekompatibilita; tj. infikovaní samci se nemůžou rozmnožit s neinfikovanými samicemi
- partenogeneze; tj. infikované samičky se rozmnožují bez samců
- feminizace samců
- usmrcení samců

Nepárové pohlavní chromosomy

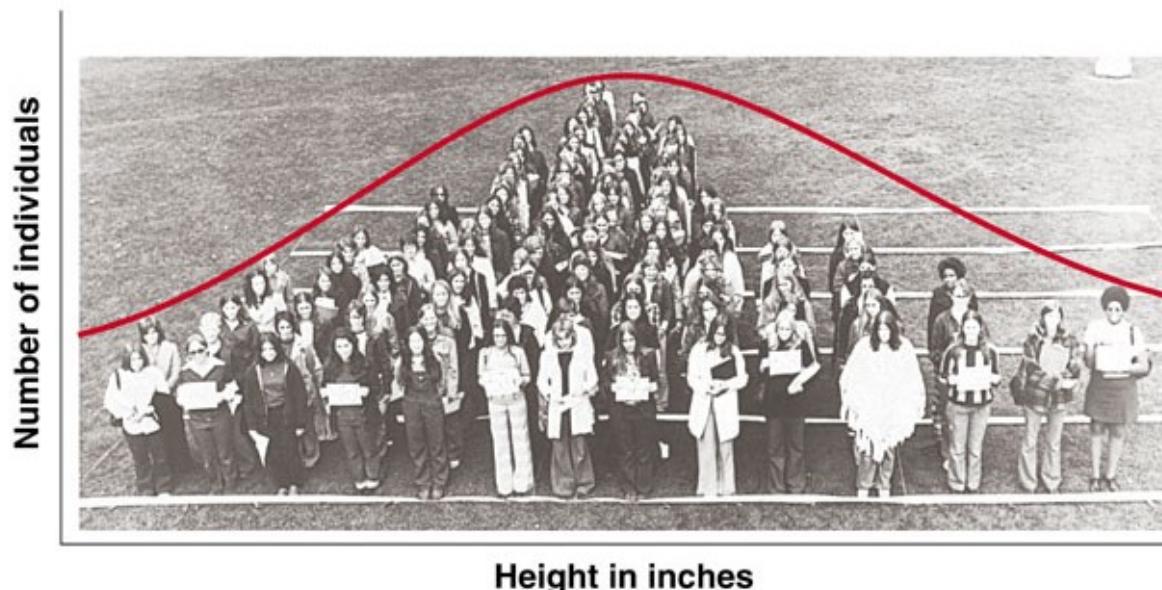
- Chromosom Y dědičnost po otcovské linii.
- Chromosom W dědičnost po mateřské linii.



Jednoduchá Mendelovská dědičnost vs . dědičnost kvantitativních znaků

Kvantitativní znaky

- vykazují kontinuální variabilitu
- **často ovlivněny prostředím**
- podmíněny mnoha geny (polygeny)
- účinky jednotlivých genů se často vzájemně sčítají (**aditivní účinky**) anebo mezi nimi jsou různé typy genových interakcí.



Genové (epistatické) interakce

- Účinky dvou či více genů se vzájemně ovlivňují

Dominantní epistáze

Recesivní epistáze

Inhibice

Komplementarita

Kompenzace

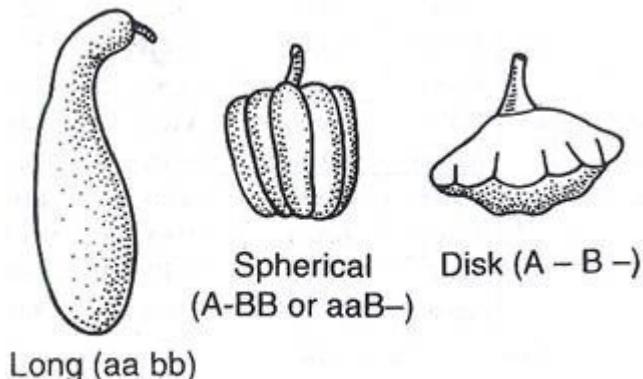


Fig. 39.1. Shape of summer squash.



Heritabilita (dědivost) (H^2 , h^2)

Heritabilita

v širším smyslu:

podíl geneticky podmíněné a celkové variability znaku

$$H^2 = V_G/V_P$$

v užším smyslu:

podíl aditivní složky genetické variability a celkové variability znaku

$$h^2 = V_A/V_P$$

Proměnlivost (variance) kvantitativních znaků

$$V_P = V_G + V_E$$

$$V_P = V_A + V_D + V_I + V_E$$

V_P - fenotyp

V_G - genotyp

V_E - prostředí

V_A - aditivní účinky

V_D - dominance

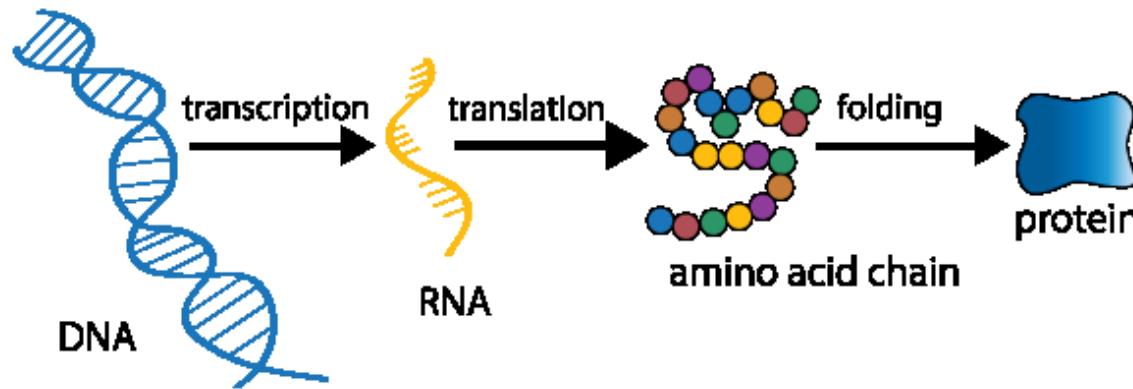
V_I - interakce

- Heritabilita se pohybuje mezi 0 a 1.
- Znaky s vyšší heritabilitou lépe odpovídají na působení selekce.
- U pohlavně se množících organismů je dědivost kvantitativních znaků daná pouze V_A (h^2).
- U klonálně se množících organismů je dědivost kvantitativních znaků daná V_G (H^2).

Epigenetická dědičnost

Dědičné změny fenotypu, ke kterým dochází
beze změny nukleotidové sekvence DNA.

genotyp



fenotyp

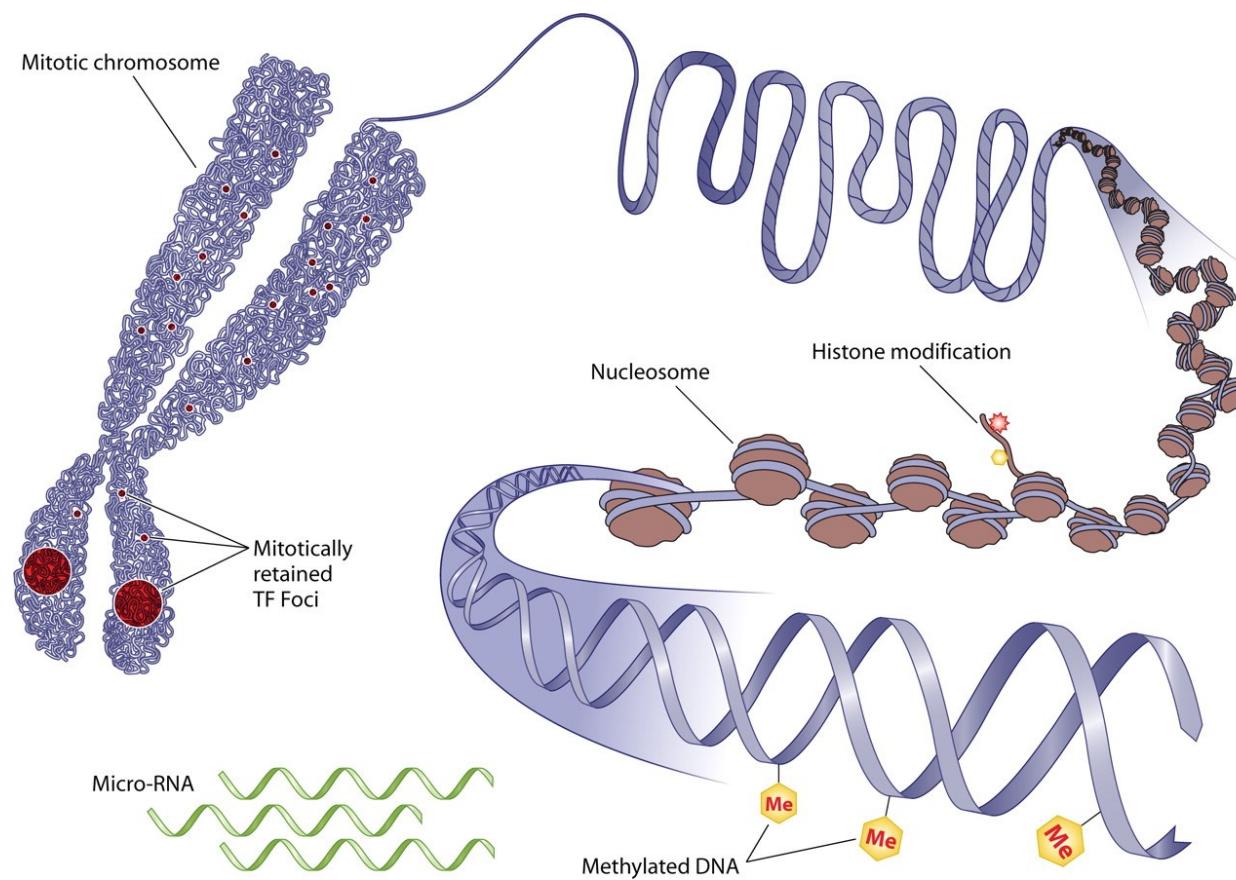


Molekulární mechanismy epigenetické dědičnosti

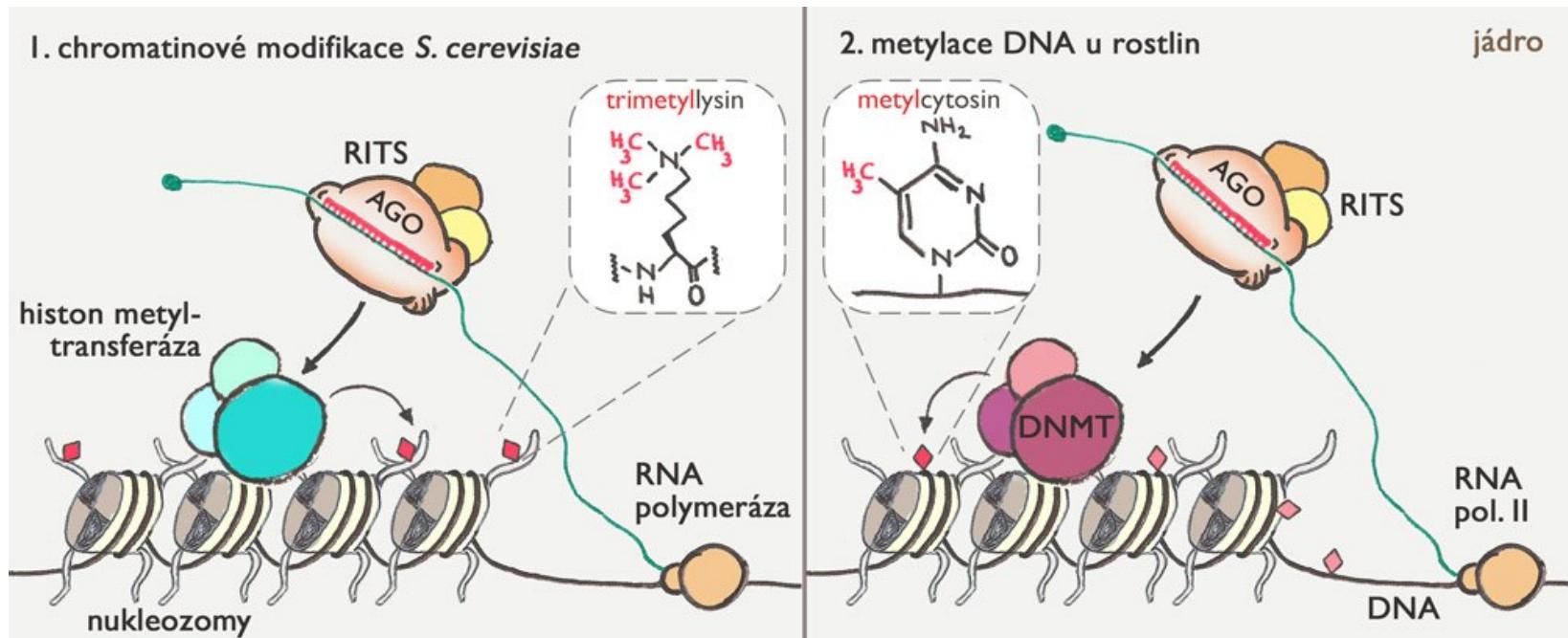
metylace DNA (5mC)

histonové modifikace

Malé nekódující RNA



Malé nekódující RNA dokáží vyvolat změny chromatinu



Referát: Epigenetická dědičnost a prony

Journal of Genetics, Vol. 96, No. 3, July 2017, pp. 445–456
DOI 10.1007/s12041-017-0798-3

© Indian Academy of Sciences

REVIEW ARTICLE

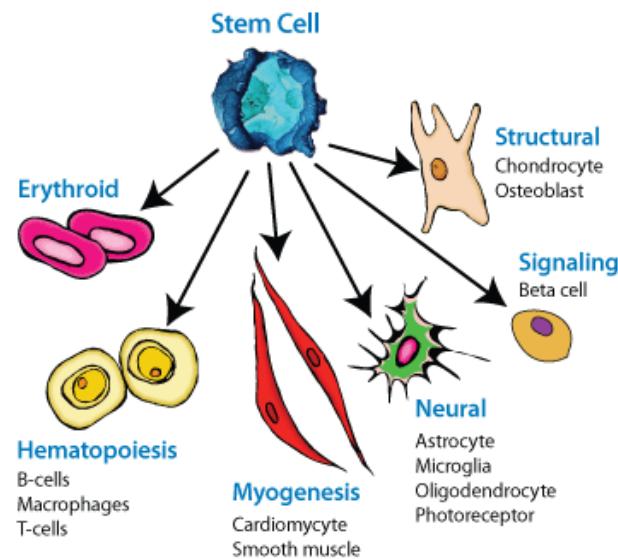


Epigenetic inheritance, prions and evolution

JOHANNES MANJREKAR*

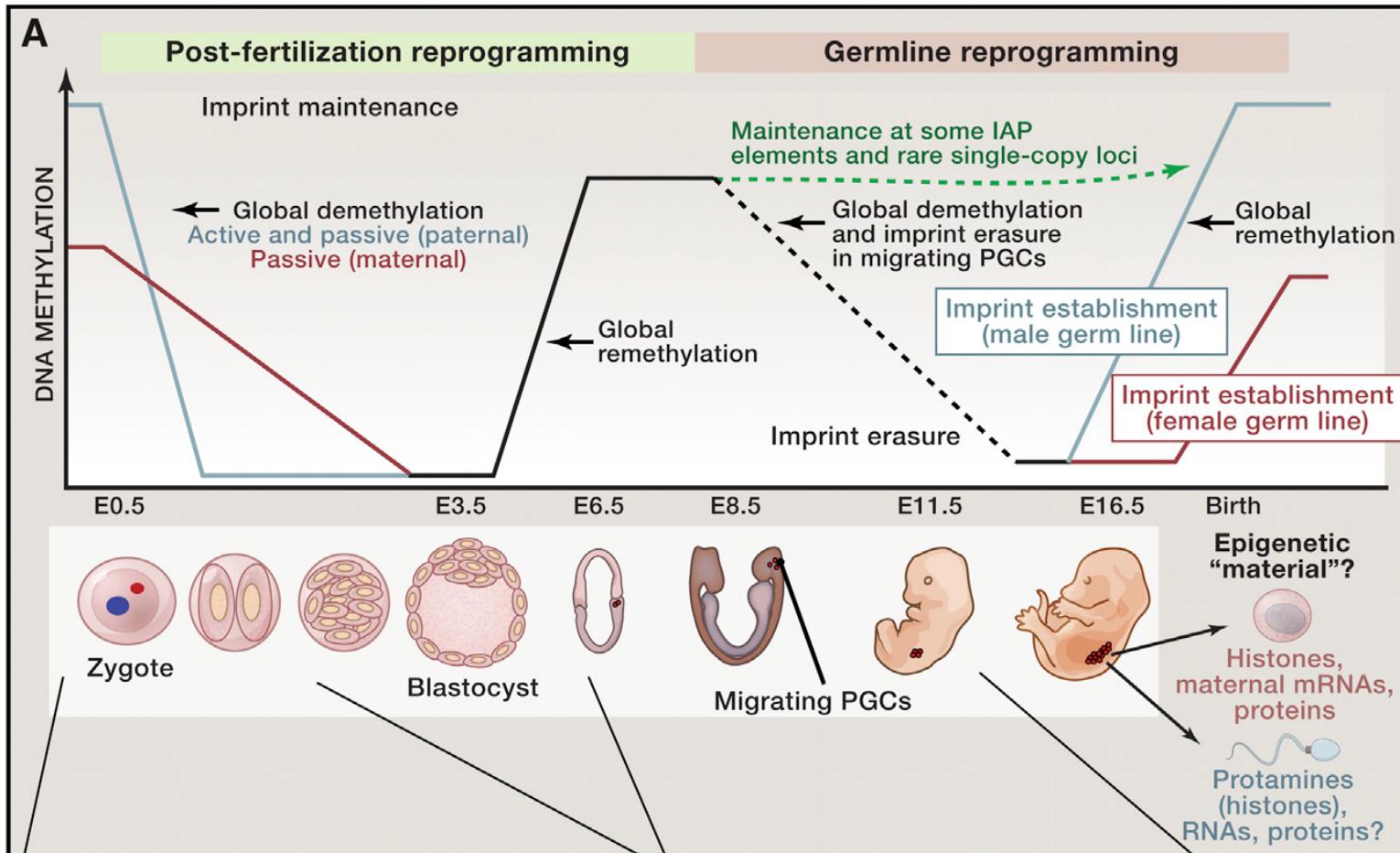
Epigenetika

- Původně věda o diferenciaci buněk v průběhu ontogeneze

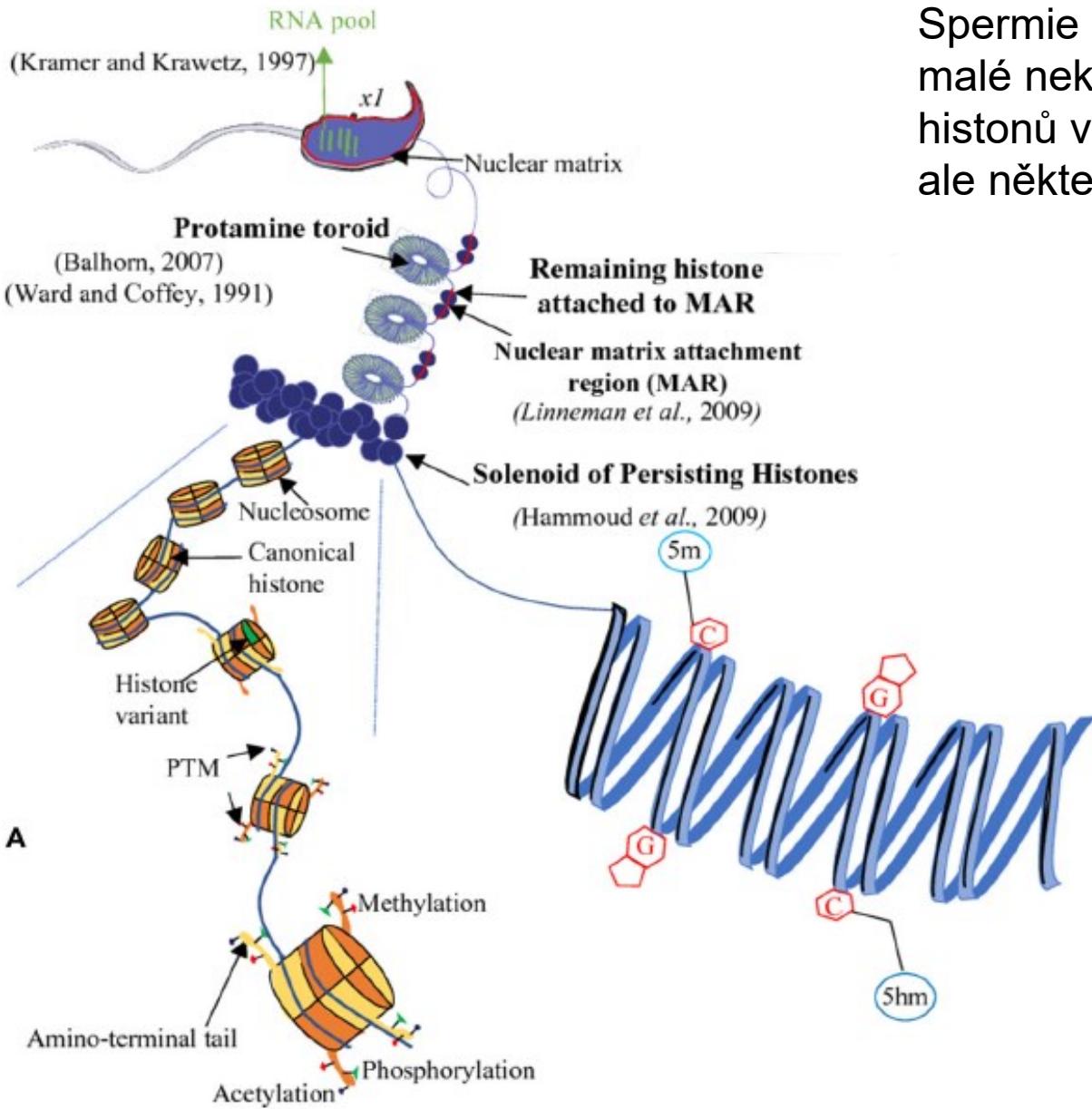


Transgenerační epigenetická dědičnost

Epigenetické reprogramování DNA



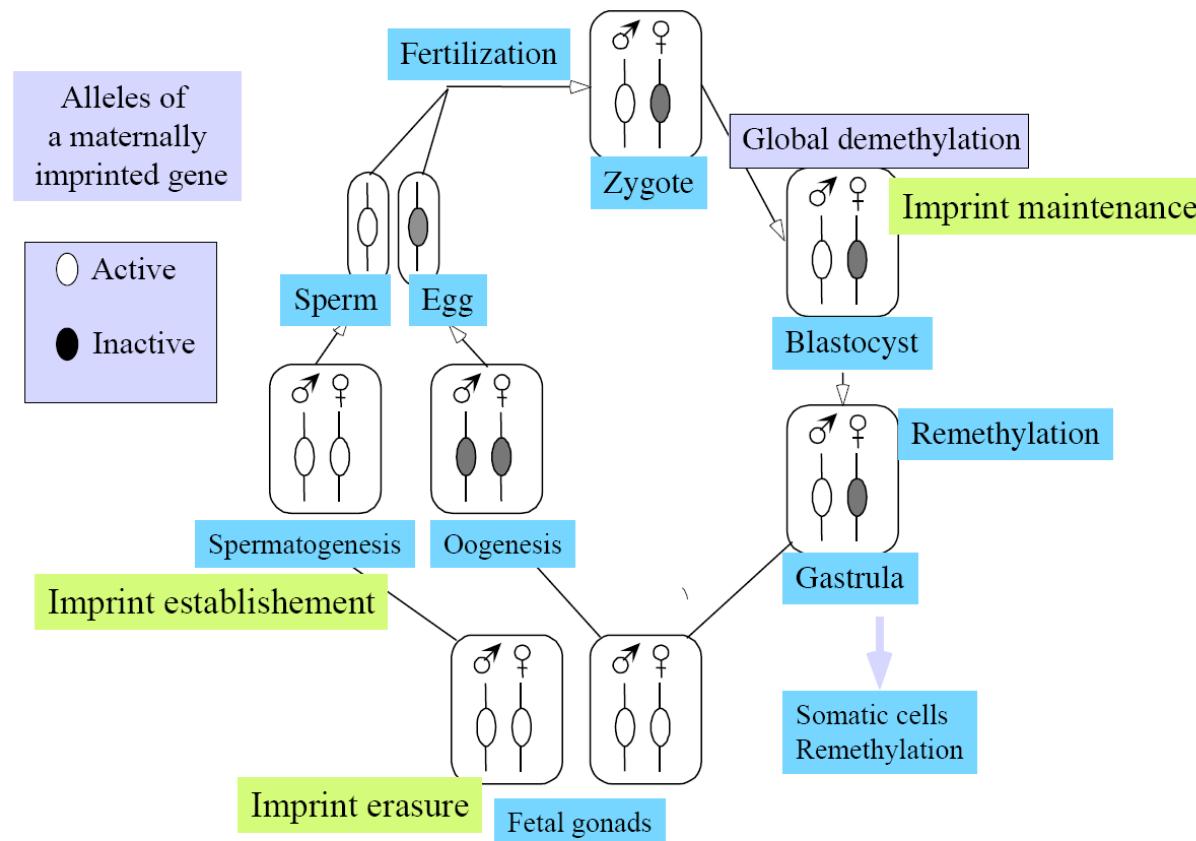
- Není kompletní. Některé geny mohou reprogramování uniknout (např. imprintované geny u savců či retrotranspozony).



Spermie obsahuje RNA (mRNA, malé nekódující RNA), většina histonů vyměněna za protaminy, ale některé zůstávají.

Genomový imprinting

- Exprese genu pouze z jedné alely v závislosti na rodičovském původu
- Epigenetická značka vzniká v germinální linii rodičů a dědí se přes gamety do další generace.



Genomový imprinting

Teorie rodičovského konfliktu
(David Haigh, 1991)

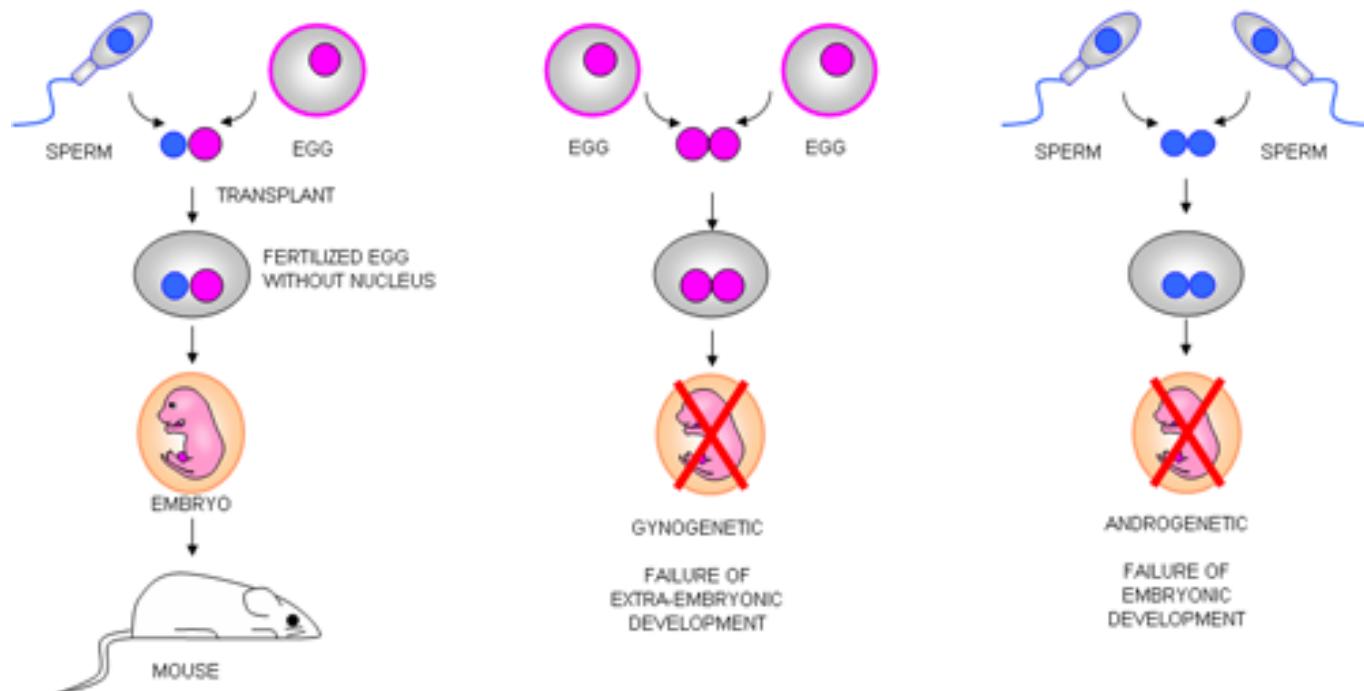
Paternálně exprimované geny (Igf2): podporují prenatální růst
Maternálně exprimované geny (Igf2r): inhibují prenatální růst



Genomový imprinting u organismů,
kde matka musí dlouho vyživovat embryo:
savci (placenta), krytosemenné rostliny (endosperm)

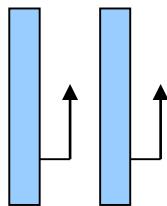
Genomový imprinting je odpovědný za neživotaschopnost savčích uniparentálních embryí

1984: Davor Solter a Azim Surani



Poruchy v genomovém imprintingu

paternální
disomie



Angelman
syndrom



Prader-Willi
syndrom

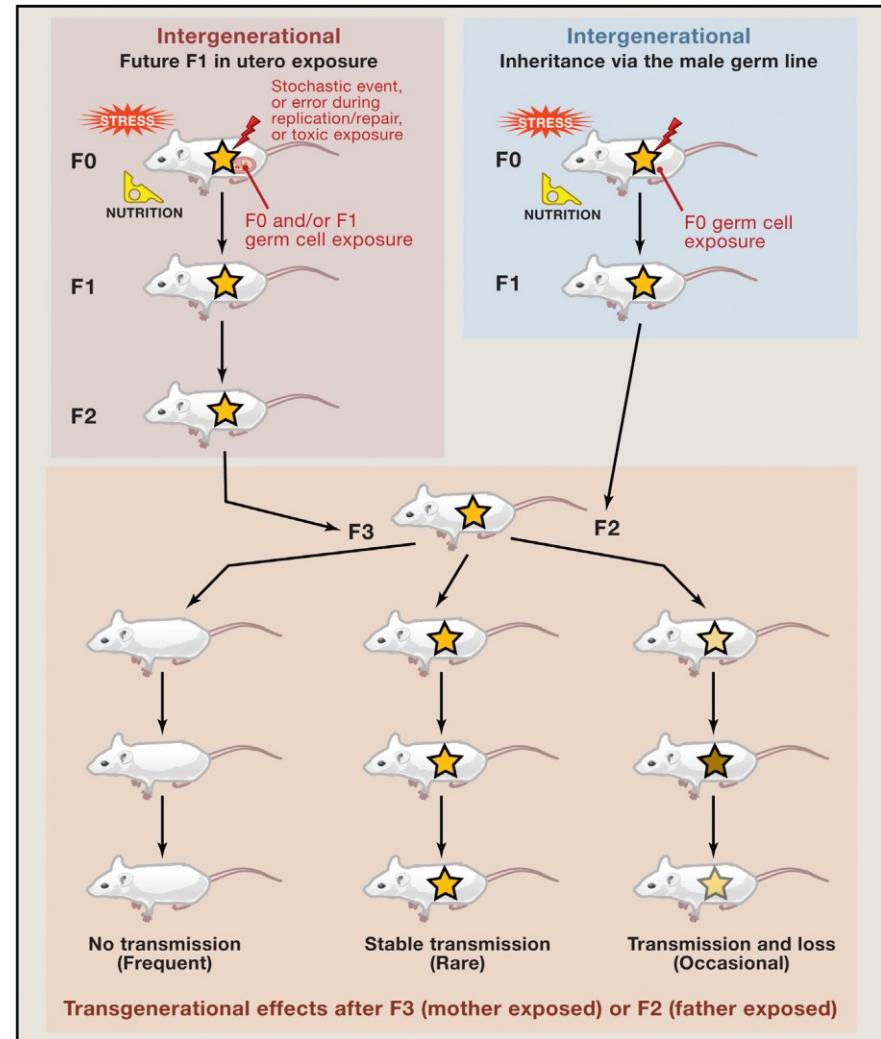


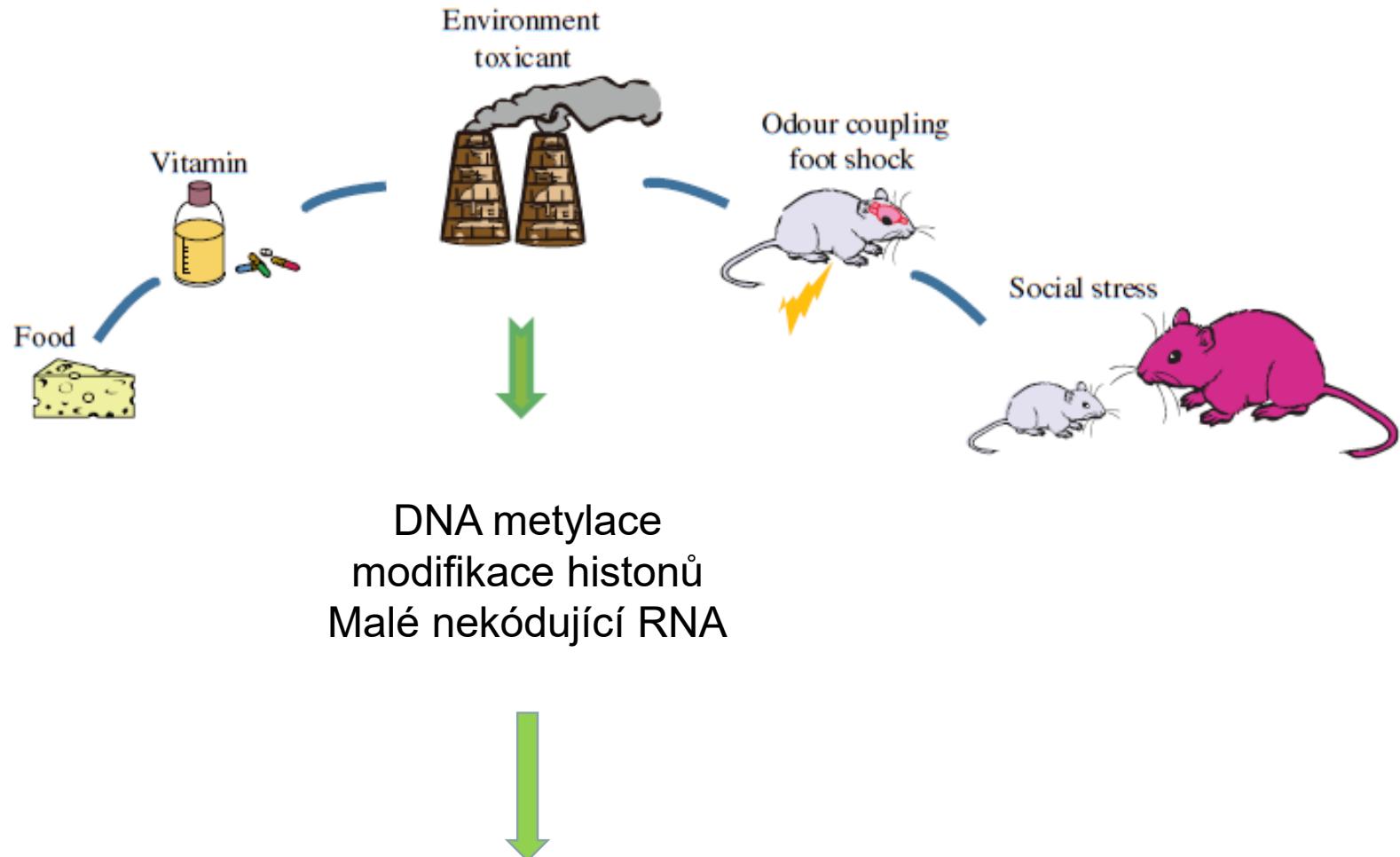
maternální
disomie

uniparentální disomie chr 15

Transgenerační epigenetická dědičnost vs. maternální efekt

- Pro odlišení třeba sledovat dědičnosti po tří a více generacích.





Fertilita, metabolismus, délka života, psychika atd.

Agouti viable yellow (A^{vy})

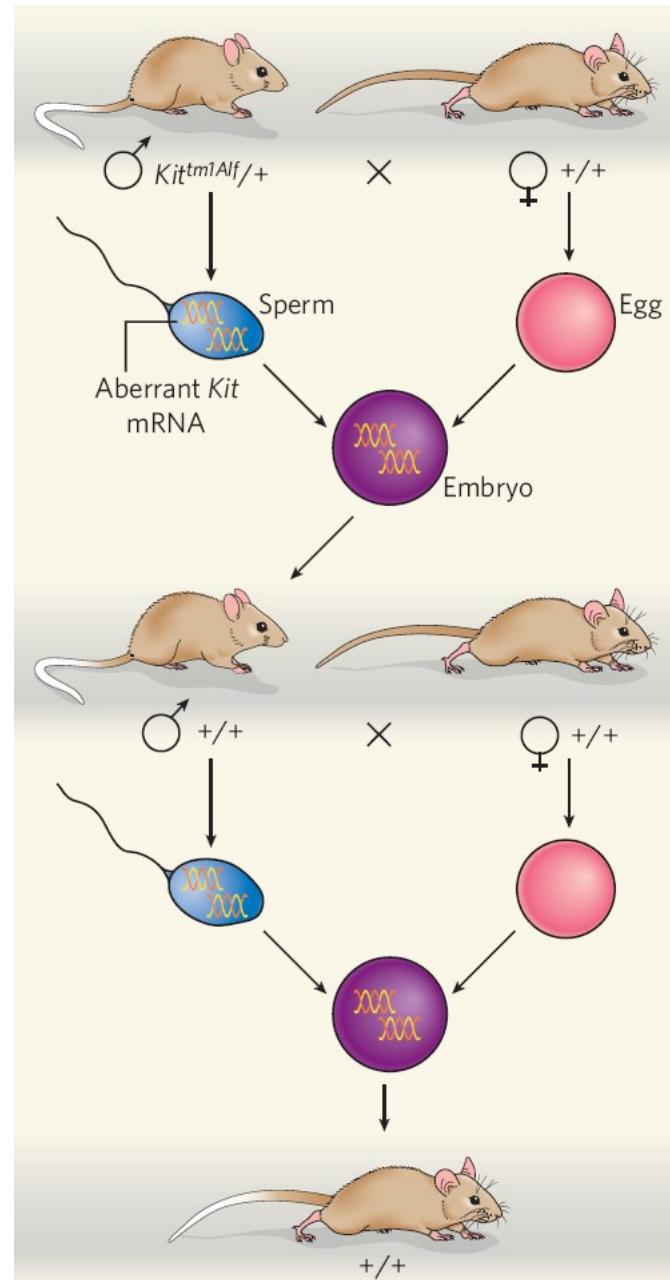
- A^{vy} alela genu agouti vznikla v důsledku inzerce retroelementu.
- Exprese A^{vy} alely řízena z promotoru retroelementu a závisí na míře jeho metylace. Ta je ovlivněna stravou matky.
- Stupeň metylace retroelementu a zbarvení myší a do velké míry dědičné.

A^{vy}/a myši



Paramutace u alely Kit

- Paramutace zprostředkovaná malými RNA, které se přepisují z alely Kit a ovlivňují expresi i u alternativní alely.
- Malé molekuly RNA se dědí přes gamety do další generace.
- Samotná injekce specifických malých RNA způsobí fenotyp (bílé ocásy).



stress

Snížená péče matky, separace potomků od matky, sociální stress, traumatická událost



Poruchy chování u potomků (psychické poruchy, deprese, úzkosti, zvýšená ochota riskovat).

Změny v DNA metylaci a modifikacích histonů u genů exrimovaných v mozku.

Dědičné přes několik generací.



Dědičnost metabolických poruch vyvolaných nedostatkem potravy či kouřením

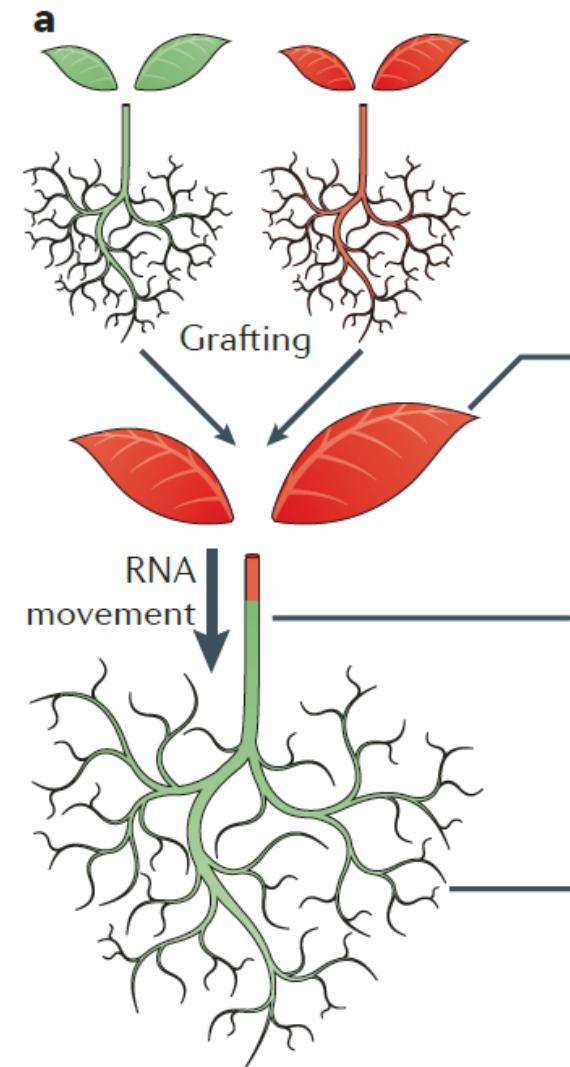
- Nedostatek potravy v dětství či během těhotenství
 - porucha metabolismu tuků, diabetes u potomků i vnoučat.
- Kouření či žvýkání betelu
 - obezita, metabolický syndrom u dětí.

Hladomor v Holandsku (1944-1945)



Transgenerační epigenetické dědičnost u rostlin

- Rostliny nemají oddělenou somatickou a germinální linii buněk (Weismanova bariéra).
- Nedochází u nich k tak výraznému globálnímu epigenetickému reprogramování jako u živočichů.
- Malé nekódující RNA se dokáží šířit mezi buňkami celou rostlinou pomocí vodivých pletiv.
- Šíření RNA mezi buňkami pozorováno i u živočichů (*C. elegans*).



Sarkies and Miska (2014)

Lnice květel

pelorická forma



Live specimen of *Peloria*

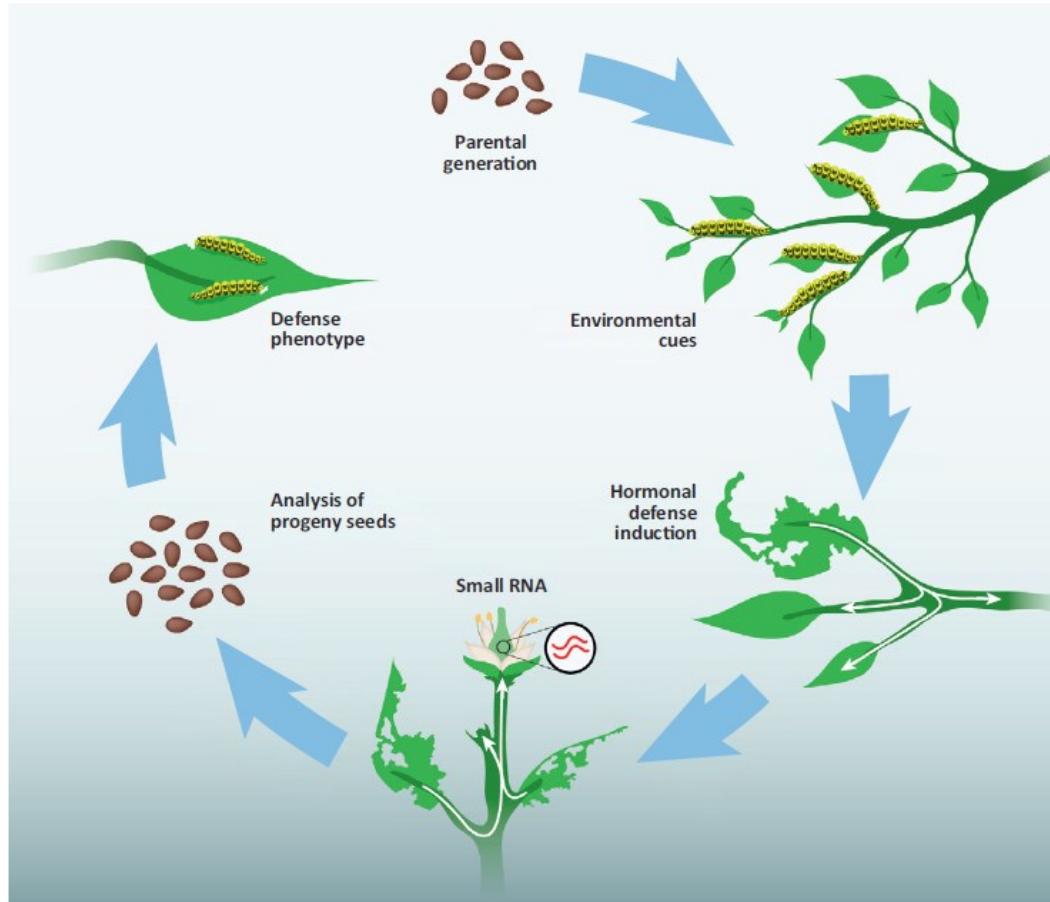
normální forma



Normal *Linaria* (toadflax)

- Pelorická forma podmíněna změnou v modifikaci DNA (epimutací). Pelorická varianta má silně metylovaný gen *Lcyc*, který je proto transkripčně neaktivní.
- Pelorický fenotyp dědičný po mnoho generací.

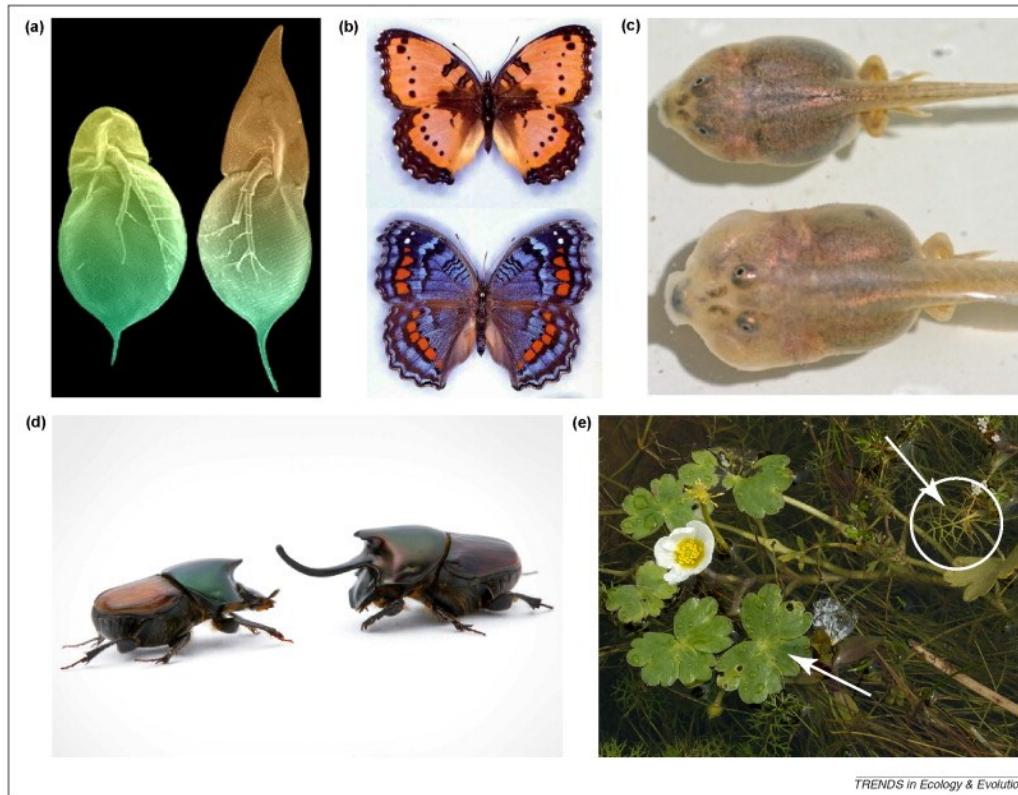
Indukovaná rezistence vůči herbivorům a patogenům u rostlin



Holeski et al. (2012)

(Adaptivní) fenotypová plasticita

- Stejný genotyp tvoří v různých podmínkách různé fenotypy.
- Fenotypové změny se mohou v některých případech dělit do další generace, i když změna prostředí, která fenotyp vyvolala už odezněla.



Epigenetická dědičnost a lamarckismus

Dědičnost získaných vlastností

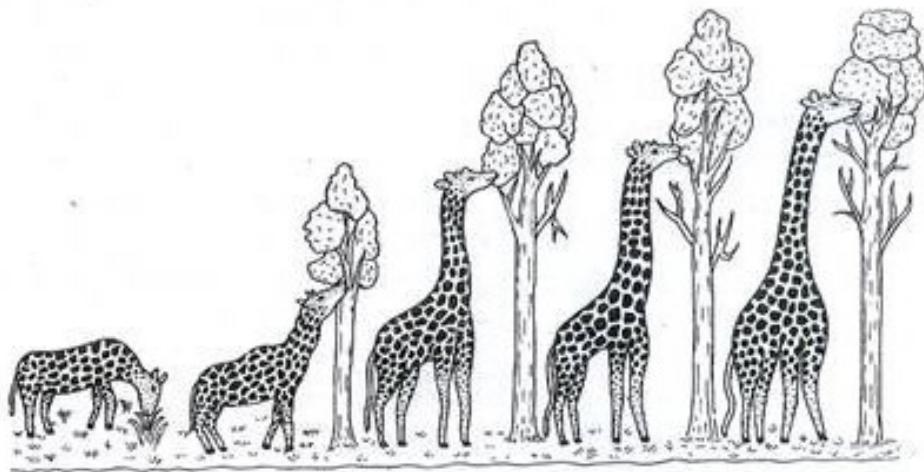


Diagram showing elongation of neck in giraffe according to Lamarck.



Jean Baptiste Lamarck

Epigenetická dědičnost a evoluce

- Epigenetické změny představují důležitý zdroj fenotypové variability.
- Epigenetické změny často vznikají změnami prostředí (pokud se stejné změny prostředí dlouhodobě opakují, může evolucí vzniknout adaptivní fenotypová plasticita).
- Epigenetické změny jsou často reverzibilní.
- Změna chromatinu může změnit mutační rychlosť v dané oblasti. Může vést ke vzniku genetických mutací v dané oblasti, které zafixují nestálou epigenetickou změnu. Genetická asimilace.
- Epigenetická dědičnost může být adaptivní zvláště u organismů s nízkou pohyblivostí (rostliny), kde potomci jsou vystaveni podobným environmentálním podmínkám jako rodiče.

Referáty

- T-haplotyp a migrace u myší domácích
- Proč pohlavní chromosomy přestaly rekombinovat?
- Mimetický polymorfismus u *Heliconius numata*
- Epigenetická dědičnost a priony