

Genetika a šlechtění lesních dřevin

Lesní hospodářství a genetika

Ing. R. Longauer, CSc.

Ústav zakládání a pěstění lesů

LDF MENDELU Brno



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přehled problematiky:

A. Přírozená obnova lesa

Předpoklady úspěšné reprodukce genofondu

B. Umělá obnova lesa

Genetický drift

Umělý výběr

Role kvality zdroje reprod. materiálu (RM)

Role provenience a rizika při přenosu RM

Přínosy selekce a šlechtění

A. Přirozená obnova lesa

- **má rozhodující význam při zachování genofondu,**
- **populace se reprodukují po generace ve stejných podmínkách**
- **selekční faktory působí na potomstvo ihned,**
- **vysoký počet stromů a semen snižuje riziko ztráty genů genetickým driftem,**
- **soubor genů se reprodukuje v celém rozsahu, včetně marginálních genů.**

Předpoklady reprodukce genofondu přirozenou obnovou:

- 1) Dostatečná velikost reprodukující se populace.** Je dána počtem kvetoucích a plodících jedinců. V **genových základnách je pro cílové dřeviny minimem 500 dospělých jedinců pro „běžné“ a 100 pro „méně časté“ dřeviny.**
- 2) Pro dlouhodobou udržitelnost je v porostních celcích nutno udržovat rozrůzněnou věkovou a prostorovou strukturu.**
- 3) Panmixie je ideální stav, reálně ovšem do jedné úrody semen nepřispívají všichni dospělí jedinci (stejně). Přirozená obnova by prote měla vznikat postupně v průběhu několika let – z víc než jedné úrody semen.**

B. Umělá obnova lesa

Počínaje výběrem zdrojů reprodukčního materiálu přes sběr semen, lesní školky, výchovu, předmýtní a mýtní těžby, v umělé obnově lesa hrají podstatně větší roli genetický drift (posun) a umělý výběr.

1) Genetický drift:

- při sběru semen - zejména ze stojících stromů,
- v semenných sadech s malým počtem klonů,
- při třídění semenáčků a sazenic.

2) Umělý výběr = změně směru, typu a intenzity selekce:

- změna směru selekce po přenosu RM z mateřského porostu na odlišná stanoviště,
- selekce se zaměřuje na tvárné a přirůstavé jedince,
- intenzita selekce bývá v zakládaných porostech nižší.

1) GENETICKÝ DRIFT

V umělé obnově se vyskytuje při:

- sběru semen z malého počtu stojících stromů,
- sběru semen v semenných sadech s malým počtem klonů,
- sběru semen v roku slabé úrody (a slabého kvetení) v porostech a semenných sadech
- protrhávání (jednoceni) semenáčků,
- velikostním třídění semenáčků a sazenic.

Drift *mění alelickou strukturu (alelické frekvence) a **ochuzuje genofond (některé alely se nepřenesou do další generace).

***Mění se genotypová struktura porostů.

Při opakované umělé obnově dalších generací lesa se drift opakuje a rizika násobí. **Největším rizikem je, že po vícenásobní umělé obnově se v důsledku nežádoucích změn v genofondu oslabí adaptační schopnost lesních porostů.**

Proč je riziko driftu nejvyšší při sběru semen:

Počet matečných stromů, z kterých se sbírá semeno pro umělou obnovu je malým zlomkem ve srovnání s počtem semenných rodičů přispívajících k přirozené obnově.

Jak k driftu dochází při třídění semenáčků a sazenic:

Protrhávání (jednocení) semenáčků ve vegetačních buňkách a **třídění semenáčků a sazenic dle velikosti** upřednostňuje potomstva s rychlým iniciálním růstem.

Iniciální růst (rychlost klíčení) je ovšem pod silnou genetickou kontrolou. Tímto způsobem **se ztrácí většina jedinců pomaleji rostoucích potomstev** (nebo i celá potomstva).

2) UMĚLÝ VÝBĚR

Při sběru semen se upřednostňují bohatě(ji) plodící stromy a/nebo stromy, ze kterých se semeno získá snadněji. Často **to nejsou nejvitalnější a nejtvárnější jedince.**

V lesních školkách

- podmínky pěstování se liší od porostu /holiny,
- podmínky pěstování (substráty, závlaha, hnojení, pesticidy) **brzdí přirozenou selekci,**
- třídění semenáčků a sazenic **zvýhodňuje rychleji odrůstající jedince** „prostorového“ typu.

Po založení porostu

První výchovné zásahy upřednostňují rychleji rostoucí jedince „prostorového“ a „časovo-prostorového“ typu.

ALE: I když je juvenilní růst pod silnou genetickou kontrolou, nemusí korelovat s vitalitou (růstem) ve vyšším věku.

3) ROLE KVALITY ZDROJŮ REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU

Genetická kvalita RM je dána fenotypovou kvalitou jeho zdroje a adaptivními vlastnostmi (reakcí RM na přenos – viz rizika při přenosu RM, role provenience).

Důvodem mimořádného významu fenotypové kvality zdrojů LRM je **vysoká dědivost ekonomicky a ekologicky významných vlastností :**

- **Vnějších fenotypových znaků:** křivosti, točitého růstu, typu větvení, tvaru koruny, vidličnatosti, tloušťky a úhlu nasazení větví.
- **Rychlosti růstu a její dynamiky (sezónní, ontogenetické).**
- **Kvality dřeva:** hustoty a složení (podíl celulózy a ligninu), podíl jádrového dřeva.
- **Tolerance** vůči abiotickému stresu, **náchylnost/odolnost** vůči chorobám, atraktivita pro škůdce a parazity, mrazuvzdornost.
- **Fenologie:** začátek a ukončení vegetace /růstu, doba a průběh květení /plazění.

Význam genetické kvality zdroje RM narůstá s extremitou stanovištních podmínek, sílícím **tlakem škodlivých činitelů, klimatických změn** a rostoucími náklady na nápravní opatření.

Dedivost hospodářsky významných znaků lesních dřevin

	Výškový růst	Tloušťkový růst	Křivost	Točitost	Vidličnatost
Jehličnany	0,10–0,85	0,17–0,40	0,14–0,33	0,55–0,70	0,1–0,45
Listnáče	0,25–0,95	0,08–0,26	0,26–0,60		0,47–0,65

	Uhol větví ke kmene	Tloušťka větví /sukovitost kmene	Hustota dřeva	Praskliny kmene	Fenologie
Jehličnany	0,08–0,40	0,13–0,64	0,41–0,90	0,30–0,93	0,80–1,00
Listnáče	0,16–0,62				

- 1) Nežádoucí vlastnosti jako vidličnatost', točitý růst nebo praskliny kmene se často projevují u více než poloviny potomků stromů, jež jsou jejich nositeli.
- 2) Nežádoucí vlastnosti sa v potomstvu nekvalitního porostu kumulují efektem sčítování resp. násobení chyb.

Z poznatků o dědivosti, vliv **kvality zdroje reprodukčního materiálu**, měřený zlepšením nebo zhoršením sortimentové struktury = **10–30 % předpokládané hodnoty lesních porostů.**

Reprodukční materiál z nekvalitního zdroje vlastníkově už v době výsadby významně snižuje výnos zo zakládaného porostu.

Jako výstraha sa uvádí mezinárodní obchod s bukvicí z netvárných no bohatě plodících bučin v Holandsku, distribuované do mnoha částí západní Evropy ještě po 2. světové válce (Tulstrup 1959).



4) RIZIKA PŘI PŘENOSU REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU

Efekt provenience = dedičná podmíněnost reakce reprodukčního materiálu získaného z různých zdrojových populací na změnu podmínek prostředí (neboli na přenos do nových podmínek).

Původní motivace provenienčního výzkumu: katastrofální zkušenosti s používáním semen neznámého původu na zalesňování v 19. století

Z provenienčních pokusů víme že vhodnost-nevhodnost provenience / reakce RM na přenos vede u smrku, jedle, modřínu, buku, dubu k 25 % a větším rozdílům v růstu, přežívání a poškození zakládaných výsadeb.

Dál následuje několik příkladů, jak provenience ovlivňuje růst, přežívání a kvalitu výsadeb lesních dřevin. Všechny příklady jsou pro autochtonní provenience!

První dva příklady poukazují na to, že role provenience roste s extremitou stanovištních podmínek.

a) Rozdíly v růstu a produkci **30 proveniencí smrku z Polska, ČR a SR** vysazených na Slovensku na 5 plochách v nadm. výškách 330 až 1 000 m (věk 38 let)

Rozdíly mezi proveniencemi:	30 proveniencí ze Slovenska, Moravy a Polska ve věku 38 r.				
	330 m	500 m	700 m	800 m	1 000 m
- ve střední výšce	25 %	11 %	17 %	16 %	37 %
- v objemu středního kmene	95 %	45 %	35 %	47 %	72 %
- v jednotkové zásobě	151 %	120 %	61 %	133 %	167 %
- v defektech kmene (zlomy, dvojáky, deformace)	20 %	27 %	17 %	48 %	58 %
Přežívání proveniencí	32 – 65 %	26 – 55 %	32 – 50 %	23 – 50 %	21 – 44 %

Největší rozdíly v růstu, poškození a přežívání proveniencí byli pozorovány ve výsadbách v nejnižší a nejvyšší nadmořské výšce.

b) Příklad rozdílů v růstu, produkci a přežívání **proveniencí jedle** ve věku 33 let ve dvou pokusech v různé nadmořské výšce

Rozdíly mezi proveniencemi	Pokus Dubová, 30 proveniencí ze Slovenska, nadm. výška 650 m	Pokus Sihla, 16 proveniencí ze Slovenska, nadm. výška 1 050 m,
- ve střední výšce [m]	19 %	24 %
- v objemu stř. kmene	88 %	60 %
- v jednotkové zásobě	181 %	195 %
Přežívání	44 – 74 %	33 – 60 %

c) Rozdíly v růstu, produkci a přežívání **proveniencí buku a dubu** ve věku 33 let

Rozdíly mezi prvenience	Buk, 19 slov. proveniencí, nadm. výška 500 m, věk 30 let	Dub zimní 25 slov. proveniencí, nadm. výška 550 m, věk 32 let
- ve střední výšce [m]	20 %	18 %
- v objemu stř. kmene	96 %	64 %
- v jednotkové zásobě na provenienci	-	195 %
Přežívání	60 - 87%	25 – 67 %

- d) **Provenience dubu v pokusu Cieslara z r. 1905** v Rakousku: střeoevropské provenience se ve věku 100 let liší **dvounásobně – t.j. o 100 % v podílech kvalitativních sortimentů A, B a C**
- e) Dva celoareálové prov. pokusy **s modřínem** (Weisgerber, Šindelář 1992): **zásadní rozdíly v růstu, tvaru kmene a náchylnosti k rakovině kmene** mezi proveniencemi zo Z Alp. a V Alp, Jeseníků, Polska, Z Kapat a V Karpat.



5) PŘÍNOSY SELEKCE A ŠLECHTĚNÍ

Hlavními provozními zdroji lesního reprodukčního materiálu jsou uznané porosty (85%), semenné sady (15%) a klony (< 1%).

V provozu dosahované výsledky selekce a šlechtění lesních dřevin vyjádřeny prostřednictvím genetického zisku **ΔG v hodnotě produkce:**

	Běžné zdroje LRM			Výsledky intenzivního šlechtění	
	Uznané porosty	Sem. sady 1. generace	Sem. sady 1,5 generace s otestovanými klony/potomstvy	Vegetativní množení otestovaných klonů	Umělé krížení otestovaných klonů a vegetativní množení získaných potomstev
Eliminace inbreedingu	0	+ 2 %	+ 2 %	+3 %	+3 %
Selekce	+ 3 %	+ 8 %	+ 23 %	27 %	27 %
Zvýšení pořizovacích nákladů oproti UP		0	3-5 %	5 %	5 %
Reální celkový ΔG	3 až 5 %	6 až 10 %	17 až 23 %	25 %	35 %



Efektu kvality zdroje a provenienční disciplíny versus přínosy selekce a šlechtění lesních dřevin

- **Nekvalitní zdroj** = negativní efekt dědivosti nežádoucích fenotypových znaků = **-10 až -30 % očekávané hodnoty zakládaného porostu.**
- **Dodržení-nedodržení pravidel přenosu (provenienční disciplíny)** = **± 25 % rozdíly** v přežívání, produkci a kvalitě různých proveniencí u SM, MO, DB, JD.
- **Přínos selekce uznaných porostů: + 3 % hodnoty produkce.**
- **Přínos šlechtění v sem. sadech 1. generace: + 7% MO, 7-12% SM, +12% BOL (5% růst, 20% kvalita) hodnoty produkce**

**Kvalita zdroje, provenience a přenos RM
tedy ovlivní produkci a stabilitu zakládaných porostů víc
než aplikace selekce a udržovacího šlechtění.**

Závěry

- Genetická kvalita lesního reprodukčního materiálu je jednorazovým, no často rozhodujícím vstupem do produkčního cyklu.
- Narozdíl od jiných článků produkčního cyklu lesa nevyžaduje dodatečné vynakládání prostředků.
- Do genetické kvality reprodukčního materiálu se vyplatí investovat, přičemž cena semen a sazenic je nepatrným zlomkem výrobních nákladů za celý produkční cyklus lesního porostu.