


**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

1. 11. 2012, Brno
 Ing. Aleš Dejmal, Ph.D.

ŠLECHTĚNÍ A GENETICKÉ MODIFIKACE
 PŘEDNÁŠKA Č. 14






INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ


**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

strana 2

ŠLECHTĚNÍ A GENETICKÉ MODIFIKACE

- FORMY MODIFIKACE DŘEVA
- Hlavní cesty modifikace v oblasti produkce dřeva jsou:
 - šlechtění lesních dřevin
 - genové manipulace





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ


**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

strana 3

CÍLE ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN – OBECNÉ

- zvyšování produkce dřeva jako strategické obnovitelné suroviny,
- zvyšování jakosti dřeva (suky, koruna, válcovitost)
- zvyšování odolnosti lesních dřevin vůči abiotickým faktorům (sníh a námraza, sucho, mráz),
- zvyšování odolnosti vůči škůdcům (hmyz, houby, bakterie) a chorobám způsobujícím zhoršení kvality dřeva
- pomocí klasických metod
- při současném zachování cenných genových zdrojů a genetické variability lesních dřevin





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 4

CÍLE GENOVÉHO INŽENÝRSTVÍ - OBECENĚ

- vyšší tolerance na herbicidy a skleníkové plyny
- odolnost vůči hmyzu a patogenům
- vyšší reprodukční kapacita
- změny reprodukčního cyklu
- úprava obsahu ligninu
- urychlení růstu
- změny ve struktuře dřeva
- S pomocí nových metod GI
- S problematikou genetických modifikací jsou spojena i určitá rizika. Je to zejména nechtěné rozšíření genu do přírodních populací a nestabilita genů.





Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Techniky - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 5

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

je v současnosti orientováno především na:

- studium, záchranu a využívání zdrojových populací lesních dřevin
- rozvoj tzv. semenných sadů lesních dřevin
- vegetativní množení lesních dřevin konvenčním řízkováním a explantátovými kulturami in vitro současně s klonovými testy
- hybridizaci lesních dřevin
- využití genových markerů
- testy potomstev pomocí GI





Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Techniky - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 6

ZDROJOVÉ POPULACE LESNÍCH DŘEVIN

- Které lokální populace a porosty budou použity jako zdrojové záležitosti na:
 - fenotypovém šetření
 - provenienčním výzkumu
 - genovém markeru





Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Techniky - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická a dřevařská fakulta

strana 7

ZDROJOVÉ POPULACE LESNÍCH DŘEVIN

- Fenotyp** - soubor všech pozorovatelných vlastností a znaků živého organismu.
- Provenienční výzkum** - výzkum založený na různých experimentálních výsadbách a jejich hodnocení.
- Genový marker** - specifický znak vázaný na geny

Obecně lze uvést, že zdrojovou populaci by měla být **populace adaptovaná**, to znamená, že to může být **původní**, ale někdy i **nepůvodní** populace.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická a dřevařská fakulta

strana 8

OBLAST ŠLECHTĚNÍ ZAHRNUJE

- výběr stromů**, které budou použity pro daný šlechtitelský program
- množení stromů**
 - generativní množení** dřevin (výsev semen). Při tomto rozmnožování je vždy riziko vzniku nepodařených jedinců.
 - vegetativní množení** :
 - autovegetativní rozmnožování – řízkování
 - heterovegetativní rozmnožování – roubování
 - mikropropagace – kultury in vitro

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická a dřevařská fakulta

strana 9

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- V porostech se někdy najdou i jedinci vzniklí **spontánní mutací**. Jejich využití je zejména v zahradnictví a parcích (čarovějníky, nezvyklé zbarvení listů nebo jehlic).

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

CZU Praha

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 10

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- Výběrový semenný strom (výstavek) jako zdroj semenáčků

CZU Praha

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 11

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- SEMENNÉ SADY** představují jednu z možných metod prakticky orientovaného šlechtění lesních dřevin.
- Postup jejich zakládání spočívá v selekci výběrových stromů a jejich soustředování - převážně klonových potomstev, do sadů.
- Semenné sady jsou nejen reprodukčními výsadbami, ale zároveň šlechtitelskými populacemi.

Cílem zřizování semenných sadů tedy není pouze maximální produkce semen, ale také dosažení vysoké genetické kvality osiva.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 12

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- KLONOVÁNÍ**
- Ve vybraných zdrojových populacích se na základě fenotypu provádí individuální **selekce** rodičovských stromů.
- Tyto stromy jsou často využívány především pro heterovegetativní **rozmnožení roubováním pro zakládání klonových semenných sadů**.
- Většina semenných sadů** lesních dřevin ve světě a všechny na území České republiky jsou **sady klonové**.
- Důvodem toho, že většina semenných sadů je tzv. klonových je skutečnost, že **nástup kvetení** a plodnosti většiny lesních dřevin je **v pozdním věku stromů**.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 13

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- **VEGETATIVNÍ MNOŽENÍ**
 - Naopak v případě tzv. **vegetativního množení** se zachovává nejen genetická identita, ale i dosažené stádium vývoje množeného stromu.
 - Tím je dán i podstatně **dřívější nástup úrod** v klonových semenných sadech obsahujících rodičovské stromy rozmnožené vegetativně, většinou **roubováním**, než by tomu bylo u semenných sadů založených ze sazenic semenného původu.
 - Díky zachování genetické identity v klonovém semenném sadu je **selekční efekt mnohem vyšší** než v případě použití semenných potomstev výběrových stromů.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 14

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- **SEMENNÉ SADY**
 - **Semenné sady 1. generace** produkují v současnosti velké množství osiva. Jsou založené z rodičovských stromů pocházejících pouze z fenotypové selekce, tedy geneticky neověřených testy potomstev.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 15

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- **SEMENNÉ SADY**
 - **Semenné sady 2. generace** se zakládají z již geneticky ověřených klonů.
 - V těchto případech už bylo použito pouze roubování nebo řízkování pro rozmnožení rodičovských stromů.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CZU Praha

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- SEMENNÉ SADY

Semenné sady 3. generace - v jižních státech USA v případě tzv. jižních druhů borovic přistoupili už k využívání semenných sadů 3. generace.

- Důležitou otázkou je počet klonů, tj. vegetativně rozmnožených rodičovských stromů v semenných sadech.
- Tato otázka má dva aspekty. Jedním je problém případného nežádoucího žučení genetické variability. Druhým je problém systému páření v takové syntetické populaci, jakou klonový semenný sad je.



Mendelova
univerzita
v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- ŠLECHTITELSKÉ METODY

- **Selekce** - (výběr) rodičovských stromů
- **Hybridizace** - (křížení) mezi šlechtitelskými stromy reprodukovanými v rámci semenného sadu. **Hybrid** - konečný produkt užitého křížení.
- Je nutné **vyloučení nebo minimalizace nežádoucího sprášení** z různých lesních porostů uplatnění určité **izolace**.



Mendelova
univerzita
v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ŠLECHTĚNÍ LESNÍCH DŘEVIN

- ŠLECHTITELSKÉ METODY



Mendelu Brno



Mendelova
 univerzita
 v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Lesnická a dřevařská fakulta

strana 19

GENETIKA LESNÍCH DŘEVIN

- **GENOVÉ INŽENÝRSTVÍ**
- S rostoucím významem vegetativního množení lesních dřevin ve světě na bázi konvenčního **řízkování** a perspektivně stále více na bázi kultur **in vitro**, je třeba počítat i s určitým podílem klonového hospodářství v lesnické praxi.
- Toto klonování může sehrát významnou úlohu **v záchraně cenných genotypů a ve využití výsledků šlechtění (klonování) stromů tradičně selektovaných, hybridních, mutantních i geneticky transformovaných.**

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Lesnická a dřevařská fakulta

strana 20

GENETIKA LESNÍCH DŘEVIN

- **GENOVÉ INŽENÝRSTVÍ**
- Na základě fenotypových šetření, potvrzených analýzou DNA bylo zjištěno, že se v Evropě nachází **velké množství nepůvodních populací** smrku ztepilého.
- V ČR bylo zjištěno až **90 %** nepůvodních populací smrku ztepilého.
- V řadě případů transferů smrkového reprodukčního materiálu **byla zjištěna vysoká adaptace** na dané ekologické podmínky.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Lesnická a dřevařská fakulta

strana 21

GENETIKA LESNÍCH DŘEVIN

- **SOMATICKÁ EMBRIOGENEZE**
- V souvislosti s klonováním lesních dřevin stojí za zmínku tzv. somatická embryogeneze.
- Somatická embryogeneze je jednou z metod explantátových kultur *in vitro* a pro jehličnaté dřeviny se jeví jako perspektivní.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelu Brno



Lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 22

GENETIKA LESNÍCH DŘEVIN

- **PRINCIP SOMATICKÉ EMBRIOGENEZE**
- V první fázi dochází k indukci (rozdělení) **embryogenního pletiva**, a následně k vývoji **somatických embryí**. Tato somatická embrya lze kultivovat standardně v **in vitro** podmínkách v **celistvé rostlině**.
- Perspektivnější se jeví do budoucna využití somatických embryí pro **tvorbu umělých semen**. Tento postup spočívá v **obalení somatických embryí** speciálním gelem, který nahrazuje semenné obaly. Díky tomu lze tato umělá semena tradičně vysévat v lesních školkách.





Mendelova

univerzita

in Brno

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR. Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 23

GENETIKA LESNÍCH DŘEVIN

- **SOMATICKÁ EMBRIOGENEZE** - rostlinky získané z jednoho semene borovice









Mendelova

univerzita

in Brno

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR. Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 24

GENETIKA LESNÍCH DŘEVIN

- **GENOVÉ MARKERY**
- Ve vyhledání a využívání zdrojových populací hrají významnou roli vedle standardně prováděných fenotypových šetření a klasického provenienčního výzkumu také **genové markery**.
- Při genetických studiích jsou tradičně využívány **izoenzymy** a **analýzy DNA**. Zjištěné genové markery (znaky) se využívají pro různé populační studie. Je však tendence je používat v dnešní době také pro **šlechtitelské aplikace**.
- Lze sem zařadit **ověřování geografického a genetického původu porostů a stromů, ověřování úrovně genetické diverzity zdrojových populací a identifikaci alel odpovědných za konkrétní projevy významných znaků a vlastností.**





Mendelova

univerzita

in Brno

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR. Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 25

GENETIKA LESNÍCH DŘEVIN

- **GENOVÉ MARKERY - VÝSLEDKY**
- U smrku ztepilého byly dosaženy první výsledky na univerzitě v Uppsale v **identifikaci lokusů (míst na chromozómu), odpovědných za odolnost SM vůči mrazu.**
- Několik druhů **topolu** bylo transformováno pomocí genů **odolnosti vůči hmyzu**. Je několik zpráv o transformaci stromů topolu genem **delta endotoxinu *Bacillus thuringiensis* (BT)**. Bylo tak možné získat transgenní topolové rostliny, které byly vysoce rezistentní k působení hmyzu z řádu *Lepidoptera*, *Malacosoma disstria* a *Lymantria dispar*.






Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technetv - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 26

GENETIKA LESNÍCH DŘEVIN

- **CÍLE - MODIFIKACE LIGNINU**
- Vzhledem k tomu, že **oddělování ligninu** během výroby celulózy a papíru je finančně nákladné, je **úprava obsahu a složení ligninu již v rostoucím stromě** cílem právě pro **genové inženýrství**.
- Složení ligninu se liší mezi jehličnatými a listnatými dřevinami. Lignin se snadněji extrahuje chemickými postupy z listnatých dřevin než jehličnatých.
- Pro jehličnany je proto důležitým šlechtitelským cílem kvůli snížení celkového obsahu ligninu a **změna ve složení ligninu** blíže k ligninu listnatých dřevin.






Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technetv - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
