

Mendelova univerzita v Brně  
Lesnická a dřevařská fakulta  
Ústav zakládání a pěstění lesů  
Oddělení zakládání lesů



# PĚSTOVÁNÍ SPECIÁLNÍHO SADEBNÍHO MATERIÁLU

Mauer O. a kolektiv

Prozatímní učební text

2013



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Předmětný prozatímní text vznikl v rámci projektu INOBIO CZ.1.07/2.2.00/28.0018.**

Pro osm tématických částí jsou zpracovány standardní učební texty, čtyři tématické celky (pro které zatím nejsou zpracovány učební texty) jsou ke studiu předloženy ve formě prezentovaných přednášek a seznamu doporučené literatury.

**prof. Ing. Oldřich Mauer, DrSc.**

**ISBN: 978-80-7375-696-3**

## Obsah

Pěstování sadebního materiálu topolů a stromových vrb .....	5
Pěstování sadebního materiálu technologií in vitro (latinsky ve skle) .....	35
Pěstební postupy pro získání výsadbyschopných řízkovanců buku a dubu .....	67
Pěstování sadebního materiálu borovice lesní (Pinus sylvestris L.) zkracováním nadzemní části.....	83
Pěstování sadebního materiálu na stres .....	93
Pěstování a užití vzrostlých stromů .....	116
Metody hodnocení kvality sadebního materiálu .....	123
Specifikace standardů sadebního materiálu a manipulace od jeho vyzvednutí ve školce po výsadbu v horských polohách .....	138
Ovocnářské školkařství .....	150
Hydroponie .....	187
Mykorrhiza a její význam při zalesňování .....	220
Rozmnožování okrasných dřevin .....	271



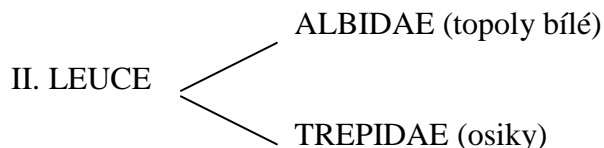
# PĚSTOVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU TOPOLŮ A STROMOVÝCH VRB

Oldřich Mauer

## 1. ÚVOD

- Pěstování sadebního materiálu a užití topolů podléhá nejen v České republice značným výkyvům. V 50. létech minulého století byl topol významně preferován (větrolamy, předpokládaný nedostatek vlákniny v 80. letech); pro užití nevhodných kultivarů, ale zejména pro nedostatečné ošetřování realizovaných topolových výsadeb došlo ke značnému úhynu. V současné době je topol v České republice na okraji zájmu.
- V České republice (na rozdíl od jiných států) nejsou z hlediska lesnické typologie stanoviště vyloženě vhodná pouze pro topol. Na území státu lze topol pěstovat na cca 30 000 ha (zejména stanoviště 1U, 1L, 1G, 2L, 3L), ale topol zde je možné nahradit jinou dřevinou. Topoly a vrby lze však uplatnit při zakládání břehových porostů (cca 33 000 ha), při zakládání intenzivních kultur a lignikultur (produkce kvalitní kulatiny a vlákniny), při zakládání energetických lesů (produkce energetické štěpky), v lesnictví a všech rekultivacích ve funkci přípravných porostů. Na erozních a imisních stanovištích mají tyto dřeviny i významný meliorační účinek (funkce melioračních dřevin) a krajinnotvornou funkci a mohou sloužit i jako okusové dřeviny pro zvýšení úživnosti honiteb a při minimalizaci škod zvěří na výsadbách. Význam topolů a stromových vrb narůstá při změně klimatických podmínek. Mezi největší producenty topolového dříví patří Itálie (produkce vlákniny) a Rusko (produkce osiky, zejména na výrobu zápalek).
- Botanická nomenklatura topolů je poměrně složitá. Rod *Populus* náleží do čeledi Salicaceae, která se dělí do 5 sekcí:

### I. TURANGA



### III. AIGEIROS (topoly černé)

### IV. TACAMAHACA (topoly balzámové)

### V. LEUCOIDES (topoly velkolisté)

V České republice se užívají hlavně topoly sekce Leuce - množí se semeny, kořenovými řízkami, kořenovými výstřelky a tvrdými osními řízkami a topoly sekce Aigeiros a Tacamahaca - množí se tvrdými osními řízkami.

- I vzhledem ke svému krátkodobému obmýtí (do 40 let věku) je topol nejprošlechtěnější dřevinou v lesnictví. Pouze u této dřeviny byly pro provozní užití vyšlechtěny kultivary s heterozním efektem nebo kultivary triploidní. Byla vyšlechtěna celá řada hybridů; např. pouze u topolů černých bylo vyšlechtěno více než 80 kultivarů rozdílných vlastností.
- Dle vhodnosti pro uplatnění topolů je území České republiky rozděleno do 4 topolářských (topolových) oblastí (viz tab. 1).
- Základní terminologie
  - Hlavová školka - zařízení pro pěstování prutů (prýtů), z nichž se řezou řízky pro další pěstování.
  - Sazenicová školka - zařízení pro pěstování školkových a neškolkových sazenic (sadebního materiálu, výpěstků) z řízků.
  - Řízek - oddělená část prutu nebo kořene určená především pro vypěstování sadebního materiálu, lze jej použít i pro zakládání porostů.
  - Čípek - část výhonu mezi řeznou plochou po odstranění prýtu a pupenem, z něhož vyrostे nový prýt (výhon). Za čípek lze považovat i část výhonu na hlavě, která zůstane po jeho odříznutí. (Čípek je nebezpečný tím, že indukuje tvorbu mrtvého dřeva a následné napadení houbovými patogeny.)
  - Klón - vegetativní potomstvo jedné rostliny, geneticky identické.
  - Kultivar (výpěstek, označení cv.) - soubor všech tvarově i jakostně stejnorodých jedinců vzniklých umělým vegetativním množením (i opakovaným) z jedné matečné rostliny. Stejnorodost se udržuje negativní selekcí (vyřazují se jedinci s vadou).
  - Špičák - sadební materiál listnáčů bez koruny.
- V České republice lze při výsadbách použít pouze tzv. „rajonizované kultivary“. Aby bylo dosaženo předpokládaného účelu a nedošlo k pěstebnímu nezdaru, jsou pro rozdílné podmínky a účely výsadby předem pověřeným pracovištěm testovány různé kultivary. Na základě dlouhodobého ověřování lze potom využít pouze ty kultivary (rajonizované kultivary), které se k danému účelu pro podmínky České republiky nejlépe hodí. Se souhlasem pověřeného pracoviště lze k množení a výsadbám použít i tzv. „perspektivní kultivary“, což jsou ty kultivary, u nichž ještě při testování neproběhlo závěrečné hodnocení, ale v současné chvíli dávají předpoklad úspěšného naplnění cíle pěstování. Hlavním genovým zdrojem jsou klonové archivy a matečnice soustředěné ve VÚLHM VS Kunovice (více než 500 klonů) a VÚKOZ Průhonice (135 klonů), perspektivním genovým

zdrojem jsou i klonové archivy a matečnice v zahraničí (pro podmínky České republiky zejména na Slovensku, v Maďarsku a Rakousku).

- Sadební materiál topolů a stromových vrby se převážně pěstuje z tvrdých osních řízků. Jeho značení se proto odlišuje od běžně užívaného generativně pěstovaného sadebního materiálu. V pěstebním vzorci musí být uvedeny tyto parametry:
  - označení kultivaru,
  - zda jde o sadební materiál školkovaný, nebo neškolkovaný (uvádí se slovně),
  - stáří nadzemní části v letech,
  - stáří kořenového systému v letech.

Příklad: I 214 neškolk. 1/2 - jde o sadební materiál kultivaru I 214, neškolkovaný, stáří nadzemní části 1 rok, stáří kořenového systému 2 roky.

- V další části práce jsou popsány technologie pěstování sadebního materiálu topolů a stromových vrby. Některé z dílčích úkonů jsou prezentovány i v obrazové příloze, obr. 3 až 8, bez odkazu v textu.

## 2. PODMÍNKY PRO ZALOŽENÍ ŠKOLKY (hlavové i sazenicové)

- Dále jsou uvedeny pouze rozdíly oproti zakládání klasických lesních školek.
- Pouze v I. a II. topolářské oblasti (tzn. do 400 m nadm. výšky).
- Pozemek se vybírá na základě komplexního pedologického rozboru (sondy minimálně do hloubky 1 m):
  - půda písčité až písčitohlinitá,
  - hladina spodní vody 1,2 až 1,6 m,
  - hloubka obdělávatelné půdy 80 až 100 cm,
  - pH půdy - TP černé, bílé, osiky a vrby - cca 7,0,
    - TP balzámové 5,5 až 6,0,
  - obsah CaCO<sub>3</sub> - TP černé, bílé, osiky a vrby do 10 %,
    - TP balzámové max. 3 %,
  - obsah humusu v půdě 2 až 3 %.
- Topoly a vrby mohou být výrazně napadány houbovými chorobami, proto:
  - okolní porosty od školky - min. na výšku porostu,
  - do 50 m od školky nesmí být žádný topol nebo vrba,
  - do 400 m od školky nesmí být žádné topoly a vrby napadené chorobami, tyto dřeviny musí být řádně vychovány a vyvívány,

- do 400 m od školky se nesmí skladovat (ani krátkodobě) žádné topolové nebo vrbové dříví.
- Voda ve školce není podmínkou, ale je lépe, když je - obzvláště v hlavových školkách a všech školkách v I. topolářské oblasti (max. srážky 350 mm, srážky jsou nerovnoměrné).
- Vhodné je školky oplotit, a to i proti negativnímu působení králíků.
- Na podzim před jarním užitím je nutné školku odplevelit (aplikací herbicidů, zeleným hnojením). Před hlubokou podzimní orbou do hloubky 40 cm je třeba realizovat základní vyhnojení půdy (minerálními a organickými hnojivy, často se užívá i chlévský hnůj) na tyto parametry: N 200, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20, K<sub>2</sub>O 10 - vše v mg na 100 g půdy.

### 3. HLAVOVÁ ŠKOLKA

#### 3.1 ROZDĚLENÍ ŠKOLKY (obr. 1, 2)

- Produkční plocha ve tvaru obdélníka nebo čtverce.
- Produkční plocha dělena na tabule, na jedné tabuli se pěstuje pouze jeden kultivar.
- Vzdálenost plotu od tabulí - 4 m.
- Komunikace - šířka 5 m.
- Délka tabule - max. 100 m (příjezd z obou stran tabule) - jinak max. 50 m.
- Šířka tabule - max. 50 m.
- Orientace tabulí (řad) - nejlépe S-J.
- Mezi jednotlivými tabulemi musí být komunikace nebo tzv. izolační řady, které od sebe oddělují jednotlivé kultivary. Izolační řady se zakládají v topolových školkách z vrb, ve vrbových hlavových školkách z topolů.
- Spon založených hlav 2x1 nebo 3x1 m. Rozestup řad (2 nebo 3 m) se volí podle šířky užitého energetického prostředku (traktoru).
- Řady založených hlav musí být v obou směrech průběžné po celé délce školky i v případě několika na sebe navazujících tabulí - pro snadné a průběžné nasazení mechanizačních prostředků.

#### 3.2 ZALOŽENÍ HLAVY

- Sadební materiál pro založení dodává pouze pověřené pracoviště.
- Hlavy se zakládají brzy na jaře sazenicemi.
- Před založením je třeba půdu do hloubky 20 cm prokypřit (kultivátor, diskové brány apod.).



- Pro každou hlavu je třeba jamkovačem vyhloubit otvor (jamku). Sazenice se vysazují 20 cm nad úroveň kořenového krčku. Po výsadbě je třeba sazenice ihned zavlažit.
- Ihned po výsadbě se nadzemní část sazenice „seřezává na hlavu“; k ose kolmý řez se realizuje ostrým nožem, pokud možno nad pupenem:
  - 60 až 80 cm nad půdním povrchem - založení „vysoké hlavy“,
  - 10 cm nad půdním povrchem - založení „nízké hlavy“.
- Topoly se zakládají vysokými hlavami, lépe se ošetřují a jsou vytvořeny méně příznivé podmínky pro rozvoj houbových patogenů), vrby se zakládají nízkými hlavami. (Názory na výšku hlav se liší - někdy jsou vysoké hlavy uváděny jako čtyřicet centimetrové, někdy jsou nízké hlavy zakázány). V průběhu užití se výška hlavy přirozeně zvyšuje, a to až o 40 cm.
- Všechny řezné rány se ošetřují - desinfikují fungicidními přípravky (lněná fermež s příměsí oxidu zinečnatého, Santar apod.) a všechny odříznuté materiály se ihned ze školky odváží a likviduje pálením (platí pro veškeré pěstování sadebního materiálu topolů a vrby; v dalším textu již nebude na tuto nezbytnou skutečnost - zamezení šíření houbových patogenů - upozorněno).
- Životnost hlav je max. 12 roků. Po této době se hlavy vyklučí (vytrhnou i s kořenovým systémem) a spálí. Po dvouletém intenzivním zeleném hnojení lze na stejné ploše založit hlavy nové.
- Jestliže se hlava neujala, lze ji stejným způsobem (pouze na jaře druhého roku) vylepšit (nahradit).
- Dojde-li v průběhu pěstování k zeslábnutí hlavy nebo jejímu jakémukoliv napadení, nerealizuje se žádná rejuvenilizace nebo záchrana, ale hlava se ihned vyklučí a spálí. Vylepšování se již neprovádí.
- Jestliže vedoucí úlohu převzal jeden z výhonů a rostlina ztrácí charakter hlavy, je nutno v červnu osu hlavy opět zkrátit. (Některé literární prameny uvádí, že vitalitu a prodloužení životnosti hlavy lze zvýšit tak, že 5. rokem se nerealizuje odběr prutů a na počátku 6. roku se celá vytvořená hlava seřízne a vytváří se hlava nová.)

### 3.3 TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ V HLAVOVÉ ŠKOLCE

- Výsledným produktem hlavové školky je řízek.
- Při pěstování prutů se každoročně opakuje několik úkonů. Jejich popis je uveden v následujícím textu, časový sled prací je graficky uveden v tab. 2.

- Topolové hlavové školky se pěstují a ošetřují stejně jako hlavové školky vrbové, vysoké hlavy se ošetřují stejně jako hlavy nízké.
- Jediným rozdílem je, že na výrobu řízků se u vrb mohou použít i ty části prutu, které mají boční výhony.

#### VYJEDNOCENÍ VÝHONŮ (každoročně)

- V 1. roce se ponechávají 2 až 3, ve 2. roce 9, v dalších letech maximálně 12 výhonů.
- V měsíci květnu se vždy vybírají (ponechávají) vizuálně nejlepší výhony, ostatní se odstraňují řezem 5 cm nad hlavou.
- Obrost na jednoletých výhonech se neodstraňuje.
- Některé literární prameny uvádí, že u vitálních hlav (tzv. „bujných hlav“) není třeba vyjednociení výhonu provádět. Hlava se však zbytečně oslabuje a výsledná produkce kvalitních řízků není větší, než na hlavách s vyjednocienými výhony.

#### ZAČIŠTĚNÍ ČÍPKŮ (každoročně)

- Nejpozději do června se na hlavě odstraní všechny čípky, které zůstaly po vyjednociení výhonů. Seřezávají se na úroveň hlavy.

#### OŘEZ ŠPATNĚ SE VYVÍJEJÍCÍCH VÝHONŮ (každoročně)

- Počátkem srpna se řezem odstraňují špatně se vyvíjející pruty (silné - nevhodné na řízky, napadené - rozpozná se podle barevných změn a nekróz na kůře).
- Řez min. 5 cm nad hlavou.

#### KONTROLA SORTOVÉ ČISTOTY (pouze 1. rok)

- V měsíci srpnu pověřené pracoviště svým odborníkem překontroluje, zda ve školce a na jednotlivých tabulích je pěstován určený a proklamovaný kultivar. (Rozeznat jednotlivé kultivary je často velmi obtížné; proto nejen při pěstování, ale zejména při manipulaci s pruty, řízky nebo sazenicemi musí být zajištěno, že nedojde k jejich záměně - barevné označení, jmenovky, apod. - viz další text).

#### ZKRÁCENÍ TLUSTÝCH VÝHONŮ (od 2. roku každoročně)

- Může se stát, že již v průběhu vegetace je zřejmé, že výhony na konci vegetačního období budou tak silné (tlusté), že nebudou vhodné na řízky.

- Takovéto výhony se mezi 10. a 15. červnem odříznou - 5 až 8 cm nad hlavou, nad dobrým pupenem.
- Do konce vegetačního období z pupene vyroste nový výhon, který bude splňovat parametry pro zpracování na řízky.

#### ODBĚR (TĚŽBA) PRUTŮ (od 2. roku každoročně)

- Realizuje se od poloviny ledna do konce února, při teplotách max. -4 °C.
- Čtrnáct dní před odběrem se na každé hlavě barevně označí alespoň několik prutů. Barva identifikuje příslušný kultivar.
- Zdravotně nevhodné, slabé nebo silné výhony se neberou a ponechávají se na hlavě.
- Hladký řez se realizuje 5 až 20 cm nad hlavou zahradnickými nebo pneumatickými nůžkami.
- Pruty, které mohou mít délku i 3 m, se vážou do balíků po 50 nebo 100 kusech:
  - báze prutů v rovině,
  - v každém balíku několik barevně označených prutů,
  - na každém balíku jmenovka s identifikací kultivaru,
  - balík převázat ve dvou úrovních,
  - pruty nemají být zablácené (poškození ostří při zpracování na řízky).
- Budou-li pruty zpracovány na řízky do 7 dnů - skladují se v přístřešcích (orientace k severu, chráněné proti slunci a větru), při delším skladování se ukládají do sněžných jam.
- Při skladování nesmí pruty ztratit vlhkost, být poškozeny nebo zapařeny. Vždy se staví v kolmé poloze k půdnímu povrchu a jejich báze je ve vlhké rašelině (písku apod.).
- Současně se smí řezat pouze jeden kultivar; další kultivar se řeže, až je kultivar předchozí řádně uložen (skladován). Poslední se sklízí pruty z izolačních řad.
- Doba skladování má být co nejkratší - maximálně 2 týdny. (Po odříznutí prutu dochází ke změně toku růstových látek - cytokininy se hromadí na špici a auxiny na jeho bázi. Při delším skladování jsou potom auxiny soustředěny pouze do báze prutu a po jeho rozřezání na řízky chybí v jednotlivých řízcích. Auxiny stimulují tvorbu kořenů a jsou vždy soustředěny v bázi řízku. Proto i zkrácení báze řízku před jeho dalším použitím je naprosto nevhodné.)

## DOČIŠTĚNÍ HLAVY (od 2. roku každoročně)

- Nejpozději do poloviny března je třeba:
  - odříznout zbylé (nevhodné) pruty,
  - odříznout všechny čípky (zbyly po odříznutí prutů na řízky) a mrtvé dřevo,
  - u mladších hlav i jejich tvarování - zkrácením středního výhonu, úpravou bočních větví.

## OŠETŘENÍ PROTI PLEVELŮM, ZÁVLAHY (každoročně a průběžně)

- Celá plocha hlavové školky je vždy bez plevelů.
- Mechanický zásah slouží současně jako kypření. Kypří se maximálně do hloubky 10 cm, v bezprostřední blízkosti hlav ručně.
- Úspěšně lze použít i totální herbicidy. Do čtyř let věku však nesmí být herbicidem zasažen kmen hlavy.
- Závlaha je obzvláště nutná v prvních letech pěstování hlav a obecně vždy zvyšuje vitalitu hlav. Realizuje se obdobnými postupy jako při pěstování sadebního materiálu v sazenicových školkách (viz.).

## HNOJENÍ (každoročně)

- Ve dvouletých intervalech se hojí průmyslovými hnojivy v dávce N 50, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 40, K<sub>2</sub>O 40, CaCO<sub>3</sub> 2000 - vše v kg na 1 ha.
- Ve čtyřletých intervalech se hojí i chlévským hnojem.
- Hnojení minerálními i organickými hnojivy se realizuje po odběru prutů a zapracovává se mělkou orbou.
- V případě, že všechny hlavy mají nižší vitalitu, lze v měsíci červnu přihnojit minerálními dusičnatými hnojivy.
- Hlavy lze přihnojovat i tekutými hnojivy na list. Aby bylo takové hnojení účinné, je třeba hnojit minimálně dvakrát (optimum 7 až 9x, v sedmidenních intervalech). Dávka hnojiva je výrazně limitována velikostí listů, tloušťkou kutikuly a počtem průduchů jednotlivých kultivarů.

## KONTROLA ZDRAVOTNÍHO STAVU (každoročně)

- Průběžně, za pomoci specialistů, je třeba bedlivě kontrolovat zdravotní stav hlav a realizovat všechna preventivní opatření, zejména proti rozvoji biotických škůdců.

### 3.4 PŘÍPRAVA ŘÍZKŮ, JEJICH SKLADOVÁNÍ A EXPEDICE

- Řízky se připravují (řežou) v desinfikovaných místnostech při teplotě do +12 °C. Vždy se řeže pouze jeden kultivar.
- Zmrzlé pruty se před řezem umisťují na 24 hod. do teplot nad 0 °C.
- Parametry standardních řízků:
  - délka 18 až 22 cm,
  - tloušťka 8 až 20 mm,
  - řez kolmo na osu řízku,
  - horní řez 2 až 4 mm nad pupenem,
  - dřeň max. 1/3 tloušťky řízku.
- Menší a slabší řízky obsahují málo zásobních látek, u silnějších řízků se řezná rána špatně zavaluje kalusem, u delších řízků je kořenový systém sadebního materiálu příliš nízký.
- Počet pupenů na řízku není rozhodující. Dobré je, když i spodní řez je veden 4 až 5 mm pod pupenem (rychlejší tvorba kořenů).
- Vrcholové řízky se nepoužívají; u topolů se na řízky nepoužívá ta část prutu, která má boční výhony.
- Některé literární prameny uvádí, že spodní řez může být i šikmý a délka řízku větší (až 30 cm).
- Řezná plocha musí být hladká, kůra a kambium nepomačkané. Řeže se zahradnickými nůžkami s kruhovým ostřím, pneumatickými nůžkami nebo speciálními řízkovači. Užití pil (i vysokoobrátkových) je nevhodné.
- Řízky se po dobu 5 až 10 minut celé desinfikují fungicidními přípravky, po odkapání přípravku se svazkují.
- Dobré je, když každý řízek (nebo alespoň část řízků ve svazku) je pro identifikaci kultivaru barevně označen.
- Jedním z nejnebezpečnějších houbových patogenů je výskyt dotichizy topolové. Predispozičním faktorem pro její rozvoj je pokles obsahu vody v řízku. Proto je nezbytné v průběhu manipulace s řízky ztrátu vody minimalizovat. Vhodné je obě strany řízku namočit do parafinu, latexu apod.; pro usnadnění správné manipulace a správného zapíchnutí řízků je vhodné při této operaci barevně odlišit jejich polaritu (označit bázi a vrchol).

- Řízky se svazkují po 50 a 100 ks (ve svazku musí být zabezpečena polarita řízků), dvakrát převazují a každý svazek musí mít jmenovku s identifikací kultivaru. Často jsou před svazkováním i řízky speciálně tříděny - podle výšky, tloušťky apod.
- Řízky se skladují (vždy ve svislé poloze, bází řízků dolů):
  - ve sněžných jamách (max. 5 vrstev nad sebou, jednotlivé vrstvy se oddělují vlhkým pískem, rašelinou apod. o tloušťce 10 cm),
  - v klimatizovaných skladech (pouze uzavřené v PE pytlích, v jednom pytli jeden kultivar),
  - výjimečně ve vlhkém písku (jedna vrstva řízků, nad řízky min. 20 cm písku), nad skladovanými řízky musí být přístřešek, který brání průniku vody a slunce,
  - malé množství v chladničkách (řízky v uzavřených PE sáčcích).
- Je-li to možné, skladovací prostory se předem desinfikují.
- Během skladování se sledují - teplota, vlhkost prostředí a zdravotní stav řízků. Skladovací prostory musí být zabezpečeny proti vniknutí spodní nebo povrchové vody a nesmí být umístěny v topolových či vrbových porostech nebo v jejich bezprostřední blízkosti. Řízky musí být zajištěny proti poškození myšovitými.
- Před expedicí je vhodné celé řízky namočit na 24 hod. do vody.
- Expedice:
  - v bednách, koších, přepravkách (svazky proložené vlhkým substrátem),
  - v PE pytlích,
  - výjimečně volně ložené (pouze přepravuje-li se jeden kultivar, svazky proložené vlhkým substrátem),
- V jedné přepravce (pytli) vždy pouze jeden kultivar. Expedice vždy v uzavřeném prostoru dopravního prostředku (min. překrytí vlhkou plachtou). Teplota v průběhu expedice 0 °C až +5 °C. Přepravované řízky nesmí být mechanicky poškozeny a nesmí dojít k jejich zapaření.
- V hlavových šolkách je každoročně a průběžně (min. 2x za rok) pověřenou organizací sledován zdravotní stav hlav. Najdou-li se při kontrole před řezáním pruty se známkami vodnatého ztmavnutí kůry, s hnědými až černými skvrnami (obzvláště kolem pupenů) nebo s hnědým až černým kambiem musí být pověřenou organizací rozhodnuto, zda lze pruty použít k výrobě řízků.

### 3.5 MNOŽENÍ V OPAKOVANÝCH CYKLECH (ITALSKÝ ZPŮSOB VÝROBY ŘÍZKŮ)

- Zakládání, pěstování a údržba hlav jsou ekonomicky náročné operace. Řízky lze získat i v průběhu pěstování sadebního materiálu.
- Sazenice 1/1 se na jaře seříznou (podmínka - výška nadzemní části min. 1,6 m). Z prutu (nadzemní části) se nařežou řízky. Sazenice se dále dopěstují pro výsadbu jako 1/2.
- Vzhledem k tomu, že tento způsob množení sadebního materiálu může (obzvláště při vícenásobném opakování) vyvolávat genetické a morfologické změny, je povolen pouze se souhlasem pověřené organizace.

### 4. SAZENICOVÉ ŠKOLKY

- Výsledným produktem sazenicových školek je výsadbyschopná sazenice (označováno i jako výpěstek apod.).
- Při pěstování sazenic se opakuje několik úkonů. Jejich popis je uveden v následujícím textu, časový sled prací je uveden v tab. 3 a 4.
- Topolové sazenicové školky se pěstují stejně jako sazenicové školky vrbové.

#### 4.1 ZALOŽENÍ SAZENICOVÉ ŠKOLKY A JEJÍ PŘÍPRAVA NA PRODUKCI

- Kritéria pro založení sazenicové školky a základní příprava půdy pro produkci jsou stejné jako u školky hlavové. Stejně nutná je průběžná a důsledná kontrola zdravotního stavu pěstovaného sadebního materiálu a realizace všech preventivních opatření proti negativnímu působení zejména biotických činitelů.
- Nezbytná je velká výměra (velké spony při pěstování sazenic), nejlépe se závlahou. Trvalé školky vždy oplocujeme.
- Školka je rozdělena na tabule. Na jedné tabuli lze pěstovat pouze jeden kultivar. Jednotlivé tabule jsou odděleny cestami nebo izolačními řadami (stejně jako v hlavových školkách je izolační řada založena z jiné dřeviny).
- Na jaře smykování (urovnání terénu) a důsledné prokypření půdy do hloubky 25 cm (závěrečná příprava půdy). Prokypření se realizuje kultivátory, těžkými bránami apod. 2x kolmo na sebe.

## 4.2 TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ V SAZENICOVÝCH ŠKOLKÁCH

### ZAPÍCHNUTÍ ŘÍZKŮ

- Nejvhodnější dobou pro zapíchnutí je jaro - do 20. dubna - potom klesá ujmavost.
- Před zapíchnutím je vhodné řízky na 24 hod. namočit do vody a desinfikovat fungicidními prostředky.
- V případě, že řízky byly do sazenicové školky dodány v časovém předstihu, skladují se stejnými způsoby jako ve školce hlavové.
- Řízky je třeba zapíchnout nejpozději 3 dny po závěrečné přípravě půdy, jinak je třeba zopakovat prokypření do hloubky 25 cm.
- Řízky se zapichují kolmo k povrchu půdy, bází dolů, po zapíchnutí je vrchní část řízku 1 cm pod půdním povrchem (je zahrnuta půdou). Řízek musí být po celé délce v kontaktu s půdou a utěsněn tak, aby jej nebylo možné lehce vytáhnout.
- Techniky zapíchnutí řízků:
  - zapíchnutí rukou,
  - zapíchnutí pomocí kolíku (klade-li řízek při zapíchnutí rukou odpor, kolíkem se vytvoří otvor, do kterého se řízek umístí a kolíkem v půdě utěsní),
  - zapíchnutí speciálním strojem (tyto stroje se běžně v sazenicových školkách nepoužívají, jejich širší využití je zejména při zakládání energetických lesů),
  - výjimečně lze k zapíchnutí řízků použít i klasické zalesňovací stroje.

Zcela nevhodným způsobem zapíchnutí řízků je jejich zašlápnutí. Řízek nesmí být mechanicky poškozen, žádný pupen nesmí být vylomen a jeho vychýlení z kolmé polohy vyvolává tvorbu nestandardního kořenového systému.

- Řízky k vypěstování sazenic se zapichují ve sponech uvedených v tab. 5. Spon je však závislý i na použitých mechanizačních prostředcích. Z provozního hlediska je vhodné, když zejména rozestup řad je v celé školce stejný. Dosahují-li sazenice 1/1 průměrných výšek 200 cm, musí se volit spon předepsaný pro sazenice 1/2, u sazenic 1/2 při průměrných výškách 260 cm spon předepsaný pro sazenice 2/2, u sazenic 2/2 při průměrných výškách 300 cm spon předepsaný pro sazenice 2/3.
- I když jednotlivé kultivary mohou vykazovat rozdíly v zakořenění, pro zvýšení zakořenění se nepoužívají žádné stimulanty. (Stimulanty jsou užívány při odběru řízků ze starších a starých stromů, což není standardní postup pěstování sadebního materiálu.)



## REDUKCE VÝHONŮ

- Vyraší-li z řízku více výhonů, musí se do konce května vyjednotit. Ponechává se nejsilnější a nejlépe postavený výhon.
- V případě, že jsou výhony zdřevnatělé, nelze je vylamovat, ale odříznout těsně u země.

## REDUKCE OBROSTU

- Od začátku července do poloviny srpna se provádí redukce obrostu (bočních výhonů - větví) na ponechaném výhonu. Odstraňuje se maximálně polovina obrostu, úplné odstranění by výrazně snížilo asimilační plochu a sazenice by špatně přirůstala. Ponechání celého obrostu rovněž snižuje výškový přírůst a vyvolává nežádoucí tvorbu silných bočních větví. Přednostně se proto odstraňují nejsilnější větve.
- Obrost se vždy odstraňuje nožem ve větevném kroužku, palist se ponechává.

## ÚPLNÉ ODSTRANĚNÍ OBROSTU

- Koncem měsíce srpna se stejnou technikou odstraní všechny obrost.
- U sazenic 2/2 a 2/3 se obrost odstraňuje v prvním i druhém roce pěstování nadzemní části.
- Od konce měsíce srpna (při vyzvedávání, manipulaci a při výsadbě) se obrost, který by tam však při správném pěstování neměl být, nesmí odstraňovat.

## SEŘÍZNUTÍ NADZEMNÍ ČÁSTI

- Zejména pro zesílení kořenového systému se sazenice topolů a vrb mohou pěstovat tak, že mají starší kořenový systém než nadzemní část.
- Nadzemní část se seřízne nejpozději do 15. března. Řez se provádí 3 až 5 mm nad dobrým pupenem, při zemi. V případě, že z ponechaného pahýlu nadzemní části vyrazí více výhonů, je nutná jejich redukce (viz Redukce výhonů).
- Odříznuté pruty lze použít na výrobu řízků.

## PĚSTOVÁNÍ ŠKOLKOVANÝCH SAZENIC

- Podstatně účinnějším způsobem vypěstování silného kořenového systému, než je seříznutí nadzemní části, je pěstování školkových sazenic.
- Podstatou technologie je, že sadební materiál nevypěstujeme z řízku, ale z mechanicky upraveného kořenového systému jednoleté rostliny, „školkuje kořenový systém“.
- Rostliny pro školkování se pěstují ze zakořeněných řízků. Jsou to speciálně připravené neškolkové sazenice 1/1. Spon řízků 0,8x0,1 m nebo 1,0x0,1 m.

- V 1. roce se pěstují stejně jako neškolované sazenice 1/1.
- Na jaře 2. roku se rostliny vyzvednou (ke školování lze použít pouze rostliny vyšší než 1 m, některé prameny připouští i 80 cm), seříznou nad 2. až 3. pupenem a zkrátí se jim kořenový systém na 2 až 3 cm (v případě nutnosti se odstraní i čípek na vrchní části původního řízku). Získáme tedy rostlinu s krátkým pahýlem nadzemní části (délka max. 5 cm) a výrazně upraveným kořenovým systémem.
- Získané upravené rostliny se okamžitě školují, nelze je ani krátkodobě skladovat.
- Technika školování:
  - do předem připravených min. 30 cm hlubokých brázd,
  - kolmo k povrchu půdy,
  - horní část v úrovni půdy (přehnutí max. 1 cm),
  - celá část školované rostliny musí být v kontaktu s utuženou půdou.
- Školovat lze ručně, polomechanizovaně (brázdy jsou připraveny strojem), výjimečně klasickým sazečem (dochází k deformaci kořenového systému zploštěním) a lze využít i k tomuto účelu speciálně vyráběné školovací stroje, klasické školovací stroje a stroje pro zalesňování.
- V případě, že ze zaškolované rostliny vyrazí více výhonů, je nutná jejich redukce (viz Redukce výhonů).
- Ke školování nelze použít rostliny poškozené, se sníženou vitalitou a které nezavalují horní řeznou plochu původního řízku.

## ZÁVLAHY

- Školované i neškolované sazenice 2/2 a 2/3 není třeba ve druhém a třetím roce jejich pěstování zavlažovat.
- Školované i neškolované sazenice 1/2 se ve druhém roce jejich pěstování zavlažují pouze v období sucha a v 7. a 8. měsíci - minimální dávkou 35 mm.
- Školované i neškolované sazenice 1/1 (platí i pro starší sazenice v prvním roce jejich pěstování) je třeba zavlažit:
  - dávkou minimálně 25 mm po zapíchnutí řízků (školování),
  - v období růstu (obzvláště v 7. a 8. měsíci) tak, aby celkový úhrn přijaté vody byl minimálně 80 mm za měsíc, jedna dávka dodané vody min. 35 mm.
- Dávka dodané vody musí být velká, aby byla provlhčena celá vrstva rhizosféry. Menší než výše uvedené dávky jsou málo účinné. Závlahová intenzita max. 5 mm.

- K závlahám se užívají stabilní i mobilní zavlažovací zařízení s velkým dostřikem.

## KYPŘENÍ, PLETÍ

- V průběhu pěstování musí být celá produkční plocha sazenicové školky bez plevelu.
- Kypření půdy (bez obracení) se realizuje dle potřeby - nejméně 3x za vegetační období. Při suchém počasí se kypří do hloubky 3 až 6 cm, po vydatnějších srážkách do hloubky max. 10 cm.
- Kypří se mechanizovaně, v bezprostřední blízkosti rostlin ručně.
- K potlačení plevelů lze použít i povolené herbicidy.
- Na všechny lehčí práce lze výhodně použít speciální portálové traktory.

## HNOJENÍ

- Základní vyhnojení půdy před pěstebním cyklem by mělo pokrýt potřebu živin v průběhu pěstování sazenic.
- Pro zkvalitnění produkce se každoročně realizuje:
  - v první polovině měsíce června přihnojení minerálními hnojivy s dusíkem v dávce 50 kg N na 1 ha plochy,
  - v průběhu vegetace mimokořenová výživa - aplikace tekutých hnojiv na list - až 9x za vegetační období.
- Sadební materiál topolů a stromových vrb má velkou potřebu živin. Tentýž pozemek nesmí být trvale bez přerušení použit k jejich pěstování. Po každém pěstebním cyklu je žádoucí zařadit jednoleté odpočinkové údobí - zelené hnojení v kombinaci s hnojením organickými i minerálními hnojivy. Vhodné je ve školce střídat kulturu topolů s kulturou vrb nebo zařadit pěstování jiných druhů dřevin.

## VYZVEDÁVÁNÍ

- Doba vyzvedávání:
  - podzim - po opadu listů - pouze pro podzimní výsadbu,
  - jaro - rostliny v dormanci,
  - obzvláště u osiky není vhodné dlouhodobé založení sadebního materiálu přes zimní období,
  - nikdy se rostliny nevyzvedávají a nemanipuluje se s nimi za mrazu.
- Technika vyzvedávání:

- k vyzvedávání se užívají speciální vyzvedavače, které mají ostří tvaru písmene U nebo J,
  - vždy je nutný řez ze spodu i obou boků,
  - řez musí být hladký,
  - jednotlivé stromy se oddělují ručně ostrým rýčem,
  - vlastní uvolnění a vyzvednutí sazenic z půdy se provádí ručně.
- Hloubka vyzvedání:
- jednoletý kořenový systém - 30 až 35 cm,
  - dvouletý až tříletý kořenový systém - 35 až 40 cm,
  - obecně - nejméně 10 cm pod spodní bází řízku nebo zaškolované sazenice.
- Po vyzvednutí se hladkým řezem kořenový systém zkracuje na délku 20 cm (další úprava kořenového systému se realizuje až na místě výsadby).
- Při vyzvedávání se nikdy neodstraňuje obrost.
- Po vyzvednutí se rostliny ihned zakládají do půdy:
- v řadách, kmínkem kolmo k půdnímu povrchu,
  - vždy jednotlivě vedle sebe,
  - celý kořenový systém musí být zasypán a utěsněn půdou,
  - pro krátké založení lze použít i velké a vlhké hromady písku.
- Dlouhodobé založení, tj. delší než 10 dnů, není příliš vhodné. V případě jeho realizace, obzvláště přes zimní období, je třeba vybrat kryté a chráněné místo, pro které platí stejné požadavky jako pro místo skladování řízků v hlavových školkách (viz), kořenový systém zahrnout min. 20 cm vrstvou půdy, zazimovat a zajistit i ochranu proti eventuálním škodám zvěří.

#### 4.3 TŘÍDĚNÍ, EXPEDICE A TRANSPORT SADEBNÍHO MATERIÁLU

- Sadební materiál se třídí po vyzvednutí celé tabule nebo kultivaru.
- Kritéria standardního sadebního materiálu:
- průběžný kmen, špičák,
  - vyvinutý talířovitý kořenový systém (bez deformací, horizontální kořeny musí rovnoměrně pokrývat celou plochu kruhu),
  - bez jakéhokoliv mechanického poškození,
  - splnění biometrických parametrů růstu nadzemní části (viz tab. 6).

- Rostliny, které nesplní kritéria standardního sadebního materiálu, nesmí být použity při výsadbách v lesním hospodářství, při zalesňování pozemků určených k plnění funkcí lesa ani při zakládání energetických lesů. Požadavky na velikost biometrických parametrů se mohou u jednotlivých kultivarů (obzvláště ve vazbě na jejich užití) lišit.
- Sazenice se vážou do svazků - po 10 až 25 ks - podle hmotnosti svazku, přičemž:
  - v jednom svazku může být pouze jeden kultivar,
  - svazky se převazují minimálně ve dvou úrovních,
  - na každém svazku musí být jmenovka s identifikací kultivaru, vhodná je i identifikace barevným označením několika jedinců. (Barevné označení se uskutečňuje v září před vyzvedáváním - u sadebního materiálu určeného pro výsadbu ve výšce 100 cm nad úrovní kořenového krčku, u sazenic určených pro založení hlav ve výšce 30 cm.)
- Rostliny se svazkují až těsně před jejich transportem, po transportu musí být svazek okamžitě rozvázan a rostliny jednotlivě založeny (stejně jako při založení po jejich vyzvednutí).
- Sazenice se zásadně přepravují v uzavřených prostorách dopravních prostředků tak, aby nedošlo k jejich mechanickému poškození, zapaření nebo vyschnutí. Lze je přepravovat v kolmé i vodorovné poloze, kořenový systém musí být chráněn vlhkou rašelinou, slámou apod. Při přepravě na velmi krátkou vzdálenost je nutné alespoň překrytí rostlin vlhkou plachtou, slámou apod. Sazenice se nesmí přepravovat při teplotách pod 0 °C a jejich výsadba (tudíž i přeprava) by zásadně měla probíhat před obdobím rašení.

## 5. PĚSTOVÁNÍ A UŽITÍ BEZKOŘENNÉHO SADEBNÍHO MATERIÁLU

- Jde o produkci nezakořeněných nadzemních částí („velkých řízků“).
- Jejich užití - dlouhodobě zaplavované oblasti, stanovištně nepříznivé lokality (erozní svahy, břehové porosty, nízká hladina spodní vody) nebo tam, kde je třeba, aby se nadzemní část rostliny ihned dostala nad negativní působení faktorů na povrchu půdy.
- Bezkořenný sadební materiál se připravuje v hlavových školkách. Výběr místa pro jejich založení, vlastní způsob založení hlav i jejich ošetřování jsou stejné jako u hlavových školek určených pro produkci standardních řízků. I u bezkořenného sadebního materiálu platí, že lze pěstovat a dále užívat pouze povolené rajonizované kultivary. Rovněž doba odběru z hlav a způsob manipulace a přípravy jsou stejné jako u klasických řízků. Bezkořenný sadební materiál se dělí na pruty a kůly.
- Pruty (někdy též označovány jako sadbové hole):

- tloušťka báze 2 až 3 cm,
  - délka 0,8 až 2,5 m, jednoleté až dvouleté dřevo, vždy s terminálním pupenem,
  - výsadba do předem vyhloubených děr (otvorů - realizují se například zatlučením a následným vytažením železného kůlu) do hloubky 0,3 až 0,5 m.
- Kůly:
- tloušťka báze více než 3 cm,
  - délka 2,0 až 4 a více metrů, víceleté dřevo, vždy s terminálním pupenem, boční větve se odstraňují řezem,
  - výsadba do předem vyhloubených děr (otvorů - realizují se zatlučením a následným vytažením železných kůlů nebo vrtáním) do hloubky až 1 a více metrů,
  - ve většině případů se musí báze kůlu dostat do kontaktu s hladinou spodní vody; kůly vytváří tzv. totální kořenový systém - kořeny se vytváří do hloubky cca 70 cm, níže se vytváří dlouhé vlásečnice.

## 6. PĚSTOVÁNÍ A UŽITÍ PAHÝLOVÉHO (STONKOVÉHO) SADEBNÍHO MATERIÁLU

- Ekvalence mnohých kultivarů topolů a vrb umožňuje jejich užití i na velmi suchých stanovištích. Někdy jsou však podmínky tak extrémní, že nelze uplatnit řízky (než se vytvoří kořenový systém - řízek zaschne) ani sazenice (než rostlina obnoví růst kořenů - vytranspiruje). V takových případech lze použít pahýlový sadební materiál.
- V hlavových a sazenicových školkách se vypěstuje klasická sazenice, které se (ještě ve školce) cca 10 cm nad kořenovým krčkem (nad dobrým pupenem) seřízne nadzemní část. Pahýlový sadební materiál nelze dlouhodobě zakládat nebo skladovat.
- Vysazuje se potom kořenový systém s pahýlem nadzemní části. Výsadba se realizuje tak, aby vrchol pahýlu byl v úrovni půdního povrchu. Po obnovení růstu kořenového systému poroste několik výhonů nadzemní části. Vyžaduje-li to pěstební záměr, je nutno nadzemní část dále upravovat (stejně jako po zapíchnutí řízku nebo po školkování).
- I pro pěstování a užití pahýlového sadebního materiálu platí všechny zásady a předpisy jako pro pěstování sadebního materiálu klasického.

## 7. PĚSTOVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU OSIKY

- V lesním hospodářství by ze všech druhů a kultivarů topolů mohla mít největší uplatnění osika (není myšleno množstvím, ale použitím v různých stanovištních podmínkách). Lze ji pěstovat generativně, autovegetativně i heterovegetativně.

## GENERATIVNÍ ZPŮSOB PĚSTOVÁNÍ

- Semena velmi drobná - v 1 kg asi 8 mil. semen, absolutní hmotnost 0,12 g, klíčivost přes 90 %, nepřeléhává.
- Klíčivost si udrží až 1 rok. Klíčí však velmi rychle - již za 12 hodin po umístění do vhodných podmínek, často klíčí i na mateřském stromě. Nejvhodnější je výsev ihned po sběru.
- Problémem generativního pěstování je zvláštní způsob klíčení osiky:
  - osemení neproráží radikula, ale nejdříve se prodlužující hypokotyl (podděložní část),
  - na konci hypokotylu jsou brvy, které se uchytí k půdě; mezi brvami je radikula (1 až 1,5 mm dlouhá), která se dotýká půdy, ale do půdy neprorůstá,
  - brvy kotví (upevňují k půdě) klíčící rostliny,
  - teprve až po vyčerpání všech zásobních látek - cca za 14 dnů - začne rychle prorůstat radikula (kořen); nadzemní část v té době již má výšku i více než 20 mm,
  - do doby, než začne prorůstat radikula, rostlinám hrozí vyschnutí a i minimální pohyb vzduchu vyvolává jejich vyvrácení; kotvení brvami je nedostatečné, regenerační schopnost juvenilních rostlin žádná,
  - bez výrazné péče o vlhkost substrátu a vlhkost a pohyb vzduchu po dobu nejméně 20 dnů po výsevu nelze při generativním způsobu pěstování uspět.
- Sběr semen pouze z uznaných rodičovských stromů. Průběh dozrávání je třeba sledovat každý den (v dubnu).
- Když tobolky začnou normálně pukát (tzn. od špice klasu, tobolky poškozené nebo napadené pukají kdekoliv v klasu) realizuje se jejich sběr. Trhají se přímo klasy, nebo se řežou větve a klasy se oddělí např. až ve školce.
- Tobolky musí stejnoměrně a rychle pukát. Umisťují se proto do skleníků (nebo teplé a uzavřené místnosti) a dávají se na síta.
- Z tobolek vystupuje chmýří (vata) se semeny. Na sítěch o velikosti ok 2 mm se ručním drhnutím oddělí vata od semene.
- Osivo před výsevem smícháme s jemným pískem nebo jemnou rašelinou v poměru 1:50 až 1:100 a vyséváme tento homogenát. Tloušťka homogenátu max. 1 mm, výsev nezasypáváme, ale řádně utužíme. Kontakt semen se substrátem zajistíme i silnější

závlahou. V homogenátu nesmí být vata - nelze zajistit kontakt semen se substrátem, vata je i predispozičním faktorem rozvoje plísní a hub.

- Vyséváme do skleníků, fóliovníků nebo pařenišť na desinfikovaný a jemný substrát. Výsevy do minerální půdy venkovních záhonů jsou minimálně úspěšné; a to i tehdy, když zajistíme boční ochranu (desky, opichy apod.).
- První tři týdny je třeba obzvláště pečovat o hydrotermální režim. Zavlažovat často (povrch substrátu musí být neustále vlhký), ale velmi malou intenzitou (jinak semenáčky vyvrátíme; lepší než závlaha je zamlžování).
- Přehoustlé výsevy protrháváme. Na 1 bm proužku max. 20, na 1 m<sup>2</sup> max. 100 kusů semenáčků. Jednoleté osiky mají výšku nadzemní části i přes 1 m a lze je užít pro výsadbu.
- Obzvláště hybridní osiky je vhodné pěstovat následujícím postupem - plnosíje do substrátu ve skleníku (fóliovníku), při výšce nadzemní části cca 5 cm ruční přesazení (pikýrování) do obalů, při výšce nadzemní části cca 30 cm přesazení (školkování) do nekrytých minerálních záhonů (spon min. 5x20 cm). Výsadbyschopné jsou jednoletky i dvouletky. V minerálních záhonech lze rostliny i podřezávat (na jaře, horizontálním i vertikálním řezem).
- Nadzemní část se upravuje (vyvětňuje) stejnými postupy jako u rostlin vypěstovaných z řízků, kořenový systém se však upravuje stejně jako u všech rostlin generativně pěstovaných (kořenový systém není tvořen adventivními kořeny).

## MNOŽENÍ KOŘENOVÝMI ŘÍZKY

- Řízky odebírat pouze ze zdravých jedinců - dvou až čtyřletých matečnic (výjimečně z vypěstovaného sadebního materiálu).
- Kořeny vyzvedáváme na jaře před rašením, ihned upravujeme na řízky a zapíchneme.
- Odběr lze uskutečnit i v zimě, řízky je však třeba skladovat. Podmínky pro skladování a výběr místa pro skladování jsou shodné jako při skladování tvrdých osních řízků. Kořenové řízky však musí být uloženy vodorovně.
- Parametry řízků:
  - délka 5 až 7 cm,
  - tloušťka 4 až 5 mm (zakoření i řízky delší a slabší),
  - naprosto nutné je barevně označit polaritu řízku.
- Řízky zapíchneme do substrátu (lze pěstovat i na volných nekrytých záhonech v minerální půdě) ve sponu min. 5x20 cm. Řízky ručně zapíchneme kolmo k povrchu substrátu, horní



strana řízku musí být přehrnuta 2 až 3 cm substrátu. Při zapíchnutí je třeba zachovat polaritu (horní strana řízku, po zapíchnutí blíže povrchu záhonu, je to část kořene, která je blíže ke kmeni matečnice). Málo vhodným způsobem (užívá se nejčastěji tehdy, když nelze zjistit polaritu řízku) je jejich uložení souběžně s povrchem záhonu v hloubce cca 3 cm.

- Další způsob pěstování je shodný s pěstováním klasických tvrdých osních řízků, kořenový systém je vždy starší, než je nadzemní část rostliny.

#### MNOŽENÍ KOŘENOVÝMI ODNOŽEMI (VÝSTŘELKY)

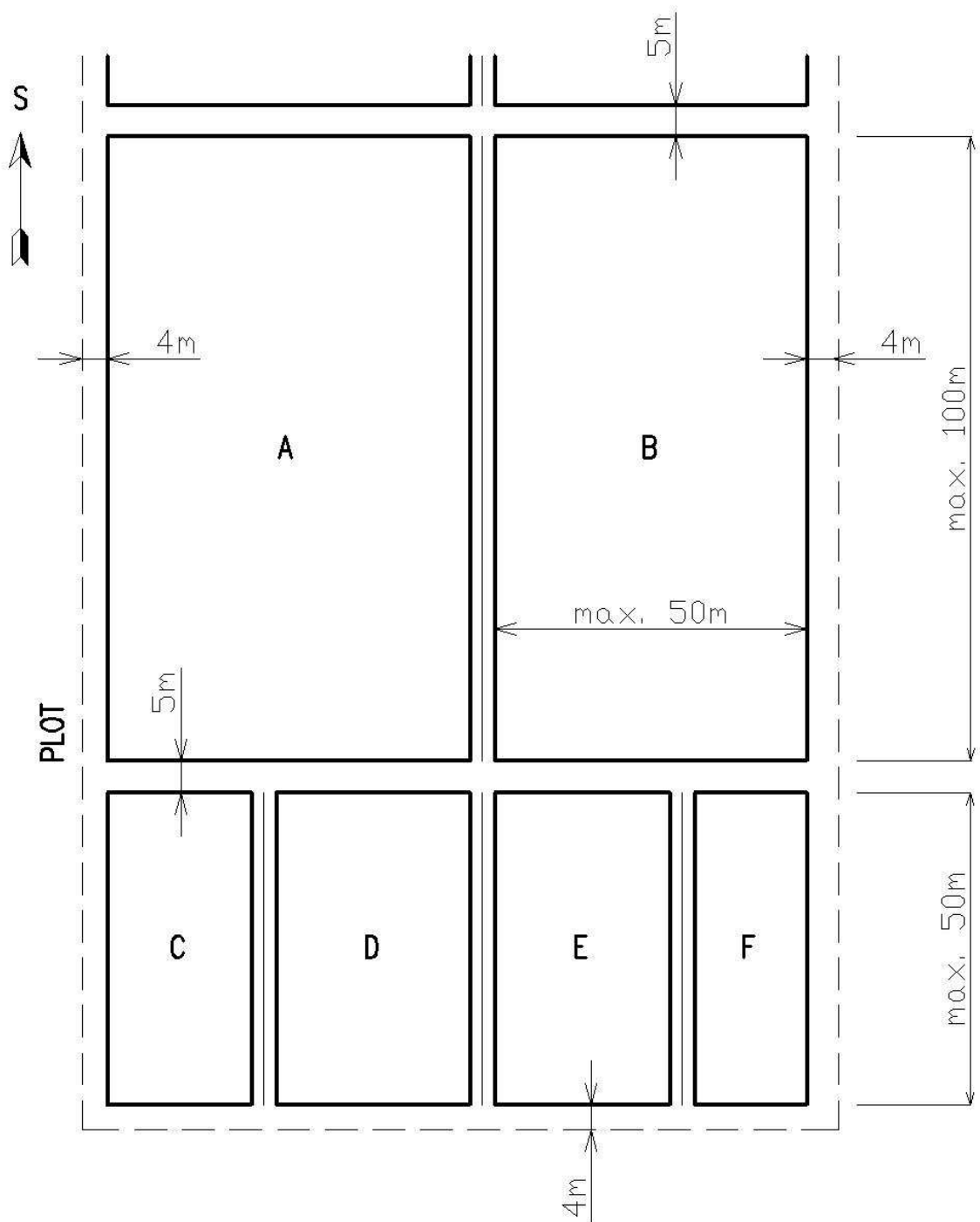
- Kolem stromů a čerstvých pařezů vzniká často nárost výstřelků (ve vzdálenosti i 6 a více m od stromu), které lze užít pro výsadbu.
- Vyzvedávají se ručně (rýčem, motykou), berou se pouze rostliny s jednoletou nadzemní částí.
- Po vyzvednutí se vždy odstraní původní kořen mateřského stromu a zkrátí se nový kořenový systém. Úprava nadzemní části se realizuje až po výsadbě.

#### 8. ZÁVĚR

- I když pěstování a užití topolů a vrb je v současné době v České republice ve výrazném útlumu, lze reálně předpokládat, že jejich uplatnění se bude zvyšovat - zejména při narůstající změně klimatických podmínek a útlumu zemědělské produkce (přípravné porosty, lignikultury, intenzivní kultury, energetické lesy).
- V práci jsou popsány pouze ty postupy a operace, jimiž se pěstování sadebního materiálu topolů a vrb liší od postupů pěstování sadebního materiálu hlavních druhů lesních dřevin generativním způsobem.
- V práci nejsou popsány všechny postupy pěstování sadebního materiálu topolů a vrb, ale pouze ty, které se v současné době u nás i v zahraničí užívají a jsou i ekonomicky přijatelné. Tyto dřeviny lze například pěstovat i ze zelených řízků, očkováním, roubováním a velmi perspektivní je technologie in vitro. Za sadební materiál topolů a vrb jsou při zalesňování a obnovách extrémních lokalit považovány i jednotlivé nebo do svazečků svázané živé a většinou krátké větve s terminálním pupenem (někdy označovány i jako věchty), které jsou odřezávány většinou přímo ze stromů v porostech. Po jejich zapíchnutí do půdy a zakořenění plní zejména funkci stabilizace a krytí půdy.
- V práci není zvlášť zdůrazněno pěstování sadebního materiálu domácího (původního) topolu černého. Tato dřevina se pěstuje stejnými postupy jako jiné rajonizované kultivary

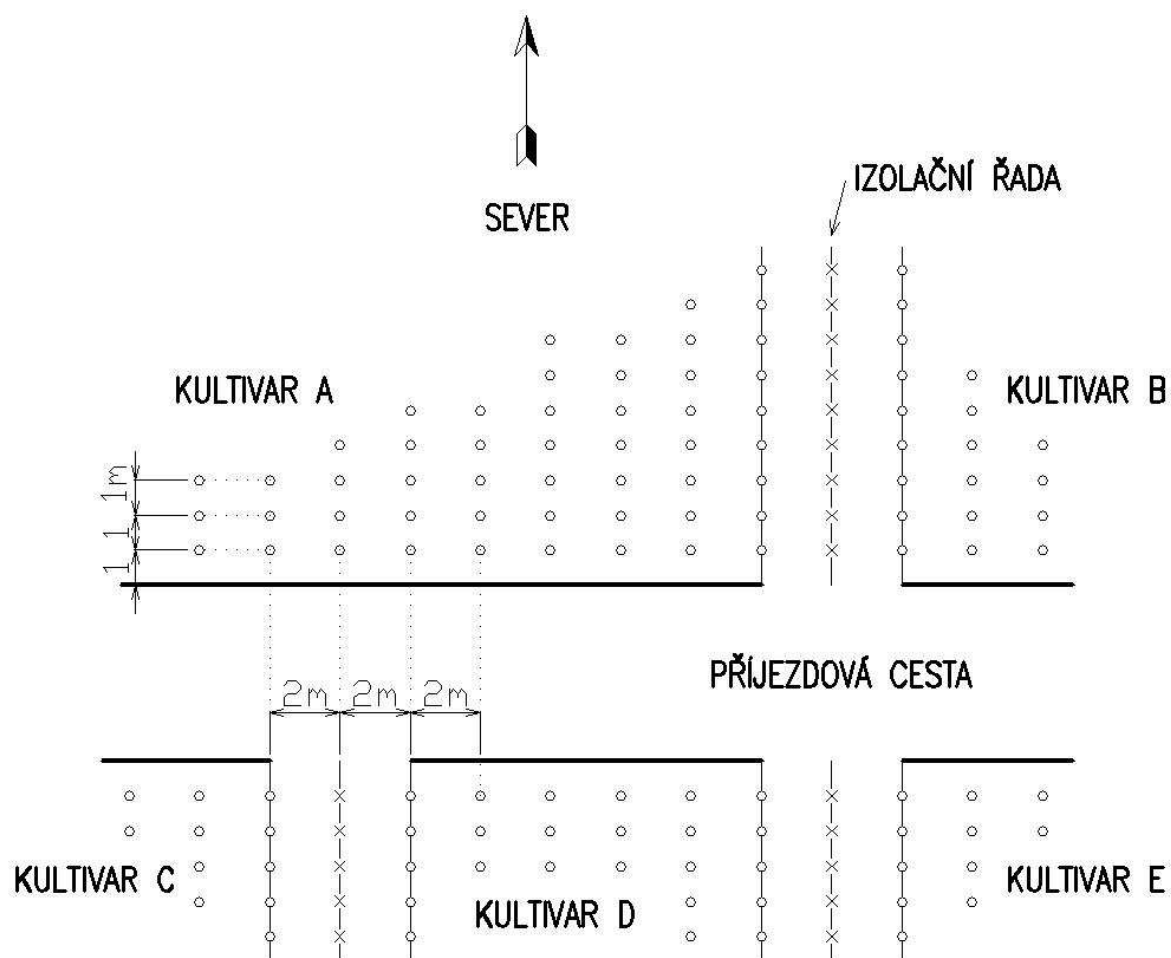
(nejvhodnější metodou je množení tvrdými osními řízků o délce více než 20 cm a tloušťce nad 20 mm). Problémem však je založení vhodných matečnic (málo zdravých a mladých stromů, časté křížení s jinými druhy topolů) a uplatnění výpěstků (původní černý topol nesnáší žádné boční zastínění).

- Téměř shodným způsobem jsou zakládány a ošetřovány i hlavové školky pro produkci košíkářského proutí. Rozdíly jsou pouze v užití jiných kultivarů a v požadavcích na kvalitu a další zpracování proutů.
- Úspěšná výsadba topolů a vrb vyžaduje přísné dodržování jejich v České republice ověřené rajonizace. Lze však předpokládat, že obzvláště při zakládání energetických lesů mohou být využity i kultivary, které byly testovány v zahraničí.
- I když pro zakládání energetických lesů je možné užít i jiné druhy dřevin, lze reálně předpokládat, že topoly a vrby budou mít největší zastoupení. Při zakládání energetických lesů lze použít tento jejich sadební materiál - tvrdé osní řízků (i delší a silnější než při pěstování standardních sazenic - do 30 cm délky, do tloušťky 30 mm), sazenice, pruty, pahýlový sadební materiál a rostliny upravené stejným způsobem jako pro školkování sazenic.
- Kvalitní porosty topolů a vrb vyžadují nejen vhodnou rajonizaci a užití kvalitního sadebního materiálu, ale i výraznou a dlouhodobou péči (v porovnání s jinými druhy dřevin nesrovnatelně náročnější) - zejména minimalizaci negativního vlivu buřene, hnojení, vyvětvování a kontrolu zdravotního stavu. Bez této dlouhodobé péče, která je často opomíjena, nemůže být kvalita porostů dobrá a může dojít i k jejich úhynu.



Obr.1: Uspořádání hlavové školky

(A až F tabule, jedna tabule = jeden kultivar oddělený izolační řadou)



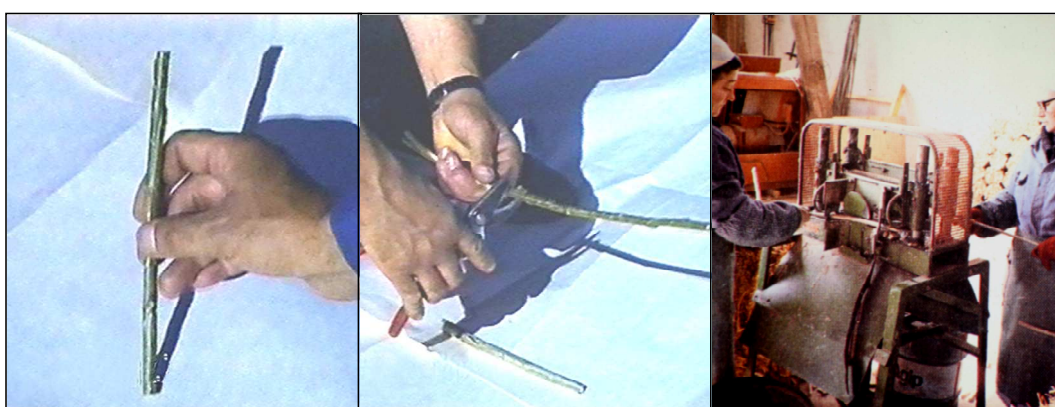
Obr. 2: Detail hlavové školky



Obr. 3: Topolová hlavová školka, neškol. sazenice 1/1 po seříznutí na vysokou hlavu, osmiletá pěstovaná hlava



Obr. 4 : Bujná hlava před těžbou prutů, po těžbě prutů, po dočištění hlavy



Obr. 5: Standardní řízek, ruční zpracování prutů na řízky, mechanizované zpracování prutů na řízky



Obr. 6: Zapíchnutí řízků rukou, pomocí kolíku, speciálním strojem



Obr. 7: Upravená neškol. sazenice 1/1 pro školkování, redukce obrostu, zálaha v sazenicových školkách



Obr. 8: Stroj na vyzvedávání sazenic, speciální portálový traktor, izolační řada vrby v topolové hlavové školce

Tab 1: Topolářské oblasti a jejich rámcová vhodnost pro užití a pěstování topolů a stromových vrby

Topolářské oblasti	Vhodnost pěstování	
	TP černé TP bílé Vrby	Osika TP balzámové
I. oblast - do 200 m n.m.	optimální	vhodná
II. oblast - 200-400 m n.m.	vhodná	vhodná
III. oblast - 400-600 m n.m.	málo vhodná	velmi vhodná
IV. oblast - nad 600 m n.m.	nehodná	vhodná

Tab. 2: Časový sled hlavních pěstebních opatření v hlavových školkách

MĚSÍC	1. ROK	2. ROK
1.		} •těžba prutů •hnojení průmyslovými hnojivy
2.		
3.	•výsadba •seříznutí hlavy	} •dočištění hlavy •vylepšování •vyjednocení (9 výh.) •začištění čípků •10.-15.-zkrácení tlustých výhonů •ořez špatně se vyvíjejících výhonů
4.	•vyjednocení (2-3 výh.)	
5.	•začištění čípků	
6.		
7.		
8.	•kontrola sort. čistoty •ořez špatně se vyvíjejících výhonů	
9.		
10.		
11.		
12.		

Pozn.: Vyjednocení - 1. rok 2-3 výhony, 2. rok 9 výhonů, další roky 9-12 výhonů

Tab. 3: Časový sled hlavních pěstebních opatření při pěstování neškolovaného sadebního materiálu topolů a stromových vrb

STÁŘÍ, SPON	1. ROK			2. ROK	3. ROK
1/1 (1,2x0,2 m)	do 15.6. redukce výhonů	7. - 1/2 8. redukce obrostu	20.-30.8. úplná redukce obrostu		
	závlaha	- při výsadbě 25 mm - 7. až 8. - 80 mm měsíčně (1 dávka min. 35 mm)			
	kypření	- min. 3x (3-6 cm) - po srážkách 10 cm - mech. i ručně (mezi rostl.)			
	hnojení	- červen N - mimokoř. výživa - až 9x			
1/2 (1,2x0,4 m)	ad 1/1			do 15.3. seříznutí	dále ad 1/2
				závlaha	- výjimečně - min. 35 mm
				kypření	-ad 1/1
				hnojení	-ad 1/1
2/2 (1,2x0,4 m)	ad 1/1			do 30.7. odstranit obrost na dvouletém dřevě	dále ad 1/1
				závlaha	- ne
				kypření	-ad 1/1
				hnojení	-ad 1/1
2/3 (1,4x0,5 m)	ad 1/1			ad 1/2 2. rok	
					ad 2/2 2. rok



Tab. 4: Časový sled hlavních pěstebních opatření při pěstování školkovaného sadebního materiálu topolů a stromových vrb

STÁŘÍ, SPON	1. ROK			2.ROK	
1/2 (1,2x0,25 m)	do 15.6. redukce výhonů	7.-1/2 8. redukce obrostu	20.-30.8. úplná redukce obrostu		
	závlaha	- při výsadbě (min. 25 mm) - 7. až 8. - min. 80 mm měsíčně (1 dávka min. 35 mm)			
2/3 (1,0x0,5 m)	kypření	- min. 3x (3-6 cm) - po srážkách 10 cm - mech. i ručně (mezi rostl.)		do 30.7. odstranit obrost na dvouletém dřevě	
	hnojení	- červen N - mimokoř. výživa - až 9x			
1/3 (1,4x0,3 m)	ad 1/2			dále ad 1/2	
				závlaha	- ne
1/3 (1,4x0,3 m)	ad 1/2			kypření	- ad 1/2 1. rok
				hnojení	- ad 1/2 1. rok
1/3 (1,4x0,3 m)	ad 1/2			do 15.3. seříznutí	dále ad 1/2
				závlaha	- ad 2/3 2. rok
1/3 (1,4x0,3 m)	ad 1/2			kypření	- ad 2/3 2. rok
				hnojení	- ad 2/3 2. rok

Tab. 5: Spony pro pěstování školkovaného a neškolkovaného sadebního materiálu topolů a stromových vrby

Druh sazenice	Min. plocha na 1 sazenici	Min. rozestup řad	Min. vzdálenost sazenic v řadách	Max. množství řízků	Průměrná produkce výsadby schopných sazenic
	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(ks.ha <sup>-1</sup> )	(ks.ha <sup>-1</sup> )
neškolované 1/1	2 000	50	30	50 000	30 000
neškolované 1/2	3 000	60	30	33 000	23 000
neškolované 2/2	4 000	70	50	25 000	18 000
školované 1/2	3 000	100	30	33 000	30 000
školované 2/3	5 000	100	50	20 000	18 000

Tab. 6: Biometrické parametry standardního sadebního materiálu topolů a stromových vrby

Dřevina	Druh sazenice		Min. výška nadz. části (cm)	Minimální tloušťka kmene (v mm) nad kořen. krčkem	
	neškolovaná	školovaná		10 cm	100 cm
	Topoly	1/1 1/2 2/2	1/2 2/3	180 240 300 200 300	16 18 18
Vrby	1/1 1/2 2/2		150 200 300		

## **PĚSTOVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU TECHNOLOGIÍ IN VITRO (latinsky**

**ve skle)**

**Oldřich Mauer**

- Technologie je rovněž nazývána – explantátové kultury, pletivové kultury, mikropropagace nebo biotechnologické postupy pěstování sadebního materiálu.
- Jde o autovegetativní pěstování sadebního materiálu. Pro lesnictví lze sadební materiál pěstovat a použít pouze na základě šlechtitelských programů.
- Definice. Explantátové kultury znamenají aseptickou kultivaci izolovaných částí rostlin za umělých (řízených) podmínek laboratoří. (Asepsa – soubor opatření, která brání proniknutí mikroorganismů do pěstované rostliny.)
- Technologický cyklus pěstování (rámec). Odběr explantátu z mateřské rostliny – namnožení požadovaného množství nadzemních částí rostlin – dopěstování kořenových systémů k nadzemním částem – přesadba celistvých rostlin do nesterilních substrátů a jejich aklimatizace v řízených podmínkách skleníku – otužení ve stíníku – výsadba.
- Biologický princip technologie. Nová rostlina může vzniknout pouze z meristematických buněk. Základem rostlinného organismu je zygota. Tato je totipotentní a mitoticky se dělí. Procesem dělení vznikají dceřiné buňky, které se dále vyvíjí a dochází k jejich diferenciaci – vznikají specializovaná pletiva. Tato specializovaná pletiva se však zpětně mohou dediferencovat na meristematické buňky (proces je řízen aktivací či inaktivací určitých genů). V rostlině je tedy totipotentní nejen zygota a meristematická buňka, ale i kterákoliv jiná rostlinná buňka. Z jakéhokoliv pletiva, které obsahuje buňky s funkčním jádrem, je možné odvodit explantátovou kulturu. V současné době však zatím neumíme dediferencovat některá pletiva (např. sklerenchymatická).
- Vzhledem k tomu, že při této technologii pracujeme s jednotlivými buňkami, je často využívána i ve šlechtění rostlin.

Zřízení laboratoří explantátových kultur

- Každá laboratoř explantátových kultur musí mít řadu zařízení a specializovaných prostor:
  - prostor pro mytí skla a laboratorních pomůcek,
  - prostor pro přípravu a sterilizaci médií,
  - skladovací prostor na chemikálie a sklo,
  - aseptický prostor pro očkování a pasážování,
  - kultivační místnost,
  - skleník pro aklimatizaci rostlin.
  
- Schematický náčrt klasické laboratoře ukazuje obr. 1. Každá laboratoř musí obsahovat minimálně tři prostory – aseptický prostor pro očkování a pasážování, kultivační místnost (tvoří vždy plošně největší část laboratoře – zde se „pěstují“ rostliny) a standardní chemickou laboratoř, která slouží pro všechny další operace.
  
- K základnímu vybavení laboratoří patří:
  - prostor pro mytí skla a laboratorních pomůcek
    - dřezy k mytí skla
    - zdroj teplé vody
    - zdroj destilované a demineralizované vody
    - horkovzdušná sušárna
  - prostor pro přípravu a sterilizování médií
    - skříň pro skladování chemikálií a skla
    - trezor pro uchování jedů
    - chemický stůl
    - analytické váhy
    - elektrický nebo plynový vaříč
    - mikrovlnná trouba
    - vodní lázeň (slouží k vaření agarů)
    - autokláv

- destilační a redestilační přístroj
- pH metr, homogenizátor, mixér
- několik chladniček a mrazniček
- laboratorní sklo, odměrné sklo
- elektromagnetické míchačky, třepačky, dávkovací zařízení na média
- skladovací prostor na chemikálie a sklo
  - regály (skříň) na skladování chemikálií a mytého skla, skříň na hořlaviny a žíraviny, trezor na jedy
- prostor pro očkování a pasážování
  - aseptické očkovací boxy (flow box)
  - germicidní zářivky (částečně dezinfikují)
  - preparační mikroskop, lupa
  - stolní třepačky
  - nástroje na odběr a práci s explantáty – skalpely, pinzety, očkovací jehly, žiletky
  - zařízení pro filtraci roztoků
  - lihový nebo plynový kahan
  - vývěva, centrifuga
- kultivační místnost
  - pohyblivé kultivační stojany se zářivkovým osvětlením
  - klimatizační zařízení + další záložní
  - třepačky případně roller (slouží pro kultivaci v nezpevněných médiích – pohybem je zajišťován kyslík)
  - box pro kultivaci ve tmě
  - regulace světelného, teplotního a vlhkostního režimu
  - regulace intenzity a spektrálního složení světla

- skleníky pro aklimatizaci
  - regulace světelných, tepelných a vlhkostních podmínek
  - postřikovače
  - prostředky na ochranu rostlin
  - listová výživa rostlin
- Pro pěstování rostlin se v provozu nepoužívá chemické sklo (Erlenky, zkumavky apod.), je příliš drahé a křehké. Používají se jakékoliv skleněné nádoby (nejčastěji zavařovací sklenice nejrůznějších velikostí), často i nádoby z čírého plastu.

### Mytí skla

- Tvoří až 70 % nákladů na ruční práce v laboratoři.
- Silně znečištěné sklo – mytí v chromsírové kyselině, mytí v teplé vodě s detergentem (Jar), opláchnutí v teplé vodě, opláchnutí v destilované vodě, opláchnutí v redestilované vodě.
- Méně znečištěné sklo – mytí v teplé vodě s detergentem (Jar), opláchnutí v teplé vodě, opláchnutí v destilované vodě, opláchnutí v redestilované vodě.
- Proces mytí skla by měl být kontinuální, proto by vedle sebe měly být 4 dřezy.
- Na mytí skla lze použít i myčky používané v domácnostech, pipety a jiné podobné sklo lze čistit i ultrazvukovou čističkou.
- Umyté sklo je nutno nechat vyschnout v horkovzdušném sterilizátoru při teplotě +150 °C, uzavřít (zabalit) do hliníkové fólie (alobalu) a uchovat v uzavřené místnosti. Čisté sklo se nemusí vždy balit do alobalu, lze je skladovat v dobře uzavřené skříni dnem nahoru.

### Sterilizace

- Vytvoření aseptických podmínek je základním předpokladem úspěchu pěstování. Sterilizuje se všechno a po celou dobu pěstování rostlin v laboratoři.

- Prostor pro očkování a pasážování. Jde o prostor, kde pracujeme s „nahou rostlinou“ (v jiných částech laboratoře je vždy rostlina uzavřena ve skleněné nádobě), proto i sterilita prostředí musí být velmi vysoká. Je zajištěna tím, že s rostlinou pracujeme v očkovacím boxu (flow boxu). Je to zařízení filtrující nasávaný vzduch (zachycuje nečistoty o velikosti 0,3  $\mu\text{m}$  s 99,97% účinností), který proudí horizontálně směrem k pracovníkovi a tak zabraňuje přístupu infekce. Všechny stěny místnosti s flow boxem jsou minimálně 1x za týden umývány 2% roztokem chlornanu sodného nebo 70% etanolu. U stropu je umístěna i germicidní zářivka. Pracovníci, kteří zde pracují, se každý den převlékají do čistého pracovního oděvu, před prací si dezinfikují ruce (speciálními přípravky) a pracují s bavlněnými rouškami na obličeji. Před započatím práce je alkoholem dezinfikován i vnitřní prostor flow boxu. Do tohoto prostoru laboratoře je zákaz vstupu mimo zde pracujících osob, nesmí se zde dělat prudké pohyby nebo mluvit (aby nebyl porušen tok proudícího sterilního vzduchu). K očkování malého množství explantátů nebo u méně náchylných druhů rostlin lze použít jednoduchý očkovací box (viz obr. 2), ve zcela výjimečných případech lze pracovat i mezi dvěma sterilními papíry přímo na stole.
- Sterilizace kultivačních místností. Velké místnosti je nejlépe sterilizovat ultrafialovým zářením. Doba takovéto sterilizace je dána velikostí místnosti a lze ji realizovat pouze tehdy, když uvnitř nejsou lidé ani žádné rostliny. Proto se všechny stěny, strop i podlaha těchto místností sterilizují minimálně 1x za týden mytím s roztokem detergentu (Jar) a poté buď 2% chlornanem sodným, nebo 95% alkoholem.
- Sterilizace nástrojů a skla. Kovové nástroje a sklo se sterilizují v horkovzdušném sterilizátoru při +130 až +170 °C po dobu 2 až 4 hod. Vždy musí být předem zabaleny do alobalu nebo umístěny do kovových pouzder. Nástroje (jejich pracovní části), se kterými pracujeme ve flow boxech – skalpely, pinzety, jehly – se v průběhu práce dále pravidelně sterilizují ožehem. Pracovní část se ponoří do alkoholu a nad otevřeným ohněm (lihový, plynový kahan) se zapálí. Postup vyžaduje velkou opatrnost a bezpečnost.

- Sterilizace v autoklávu. Autokláv je tlaková nádoba, kde se sterilizace realizuje při teplotě až +140 °C a přetlaku až 120 kPa po dobu až 20 minut. Užívá se ke sterilizaci zátek, uzávěrů, filtrů, skla, pipet a především sterilizaci médií. Výhodou této sterilizace je, že ničí jak vegetativní, tak generativní formy mikroorganismů.
- Náhradní sterilizace. Ve výjimečných případech lze sterilizaci realizovat v zavařovacích hrncích po dobu 15 minut a při teplotě 95 °C, tuto sterilizaci je nutno po 48 hodinách opakovat, nebo v „papiňácích“ a mikrovlnných troubách.
- Sterilizace živných roztoků. Sterilizaci živných roztoků lze provádět dvěma způsoby a to buď v autoklávu, nebo sterilizací filtrací. Při sterilizaci živného roztoku v autoklávu je nutné nádobu uzavřít propustným uzávěrem (např. alobalem). Doba sterilizace je závislá od objemu sterilizovaného roztoku (viz tab. 1). Tlak by neměl přesahovat 140 kPa. Termolabilní složky médií (proteiny, vitamíny, gibereliny a některé cukry) je nutno sterilizovat filtrací. K tomuto účelu se užívají speciální membránové filtry, které mají velikost pórů menší než 0,2  $\mu\text{m}$ . Filtry se upevňují do filtračního zařízení (vše musí být předem sterilizováno v autoklávu). Filtrovaný roztok se protlačuje tlakem (injekční stříkačkou, vývěvou). Média, která obsahují termolabilní sloučeniny, se připravují tak, že se zvlášť sterilizují termolabilní složky filtrací a zbytek autoklávováním, po ochlazení se obě části slévají.
- Sterilizace rostlinného materiálu. Při zakládání pletivové kultury je nutné získat sterilní materiál, což je bez použití různých dezinfekčních postupů téměř nemožné, 95 % kultur zkontaminuje, pokud není rostlinný materiál sterilizován. Ke sterilizaci rostlinného materiálu není možno používat vysoké teploty a proto se používají různé dezinfekční roztoky. Přehled nejběžnějších prostředků je uveden v tab. 2. Roztoky, které se používají ke sterilizaci, nesmí poškodit rostlinná pletiva a musí ničit plísně a bakterie. Obvyklý postup získání sterilního materiálu k založení tkáňové kultury zahrnuje: opláchnutí explantátu v roztoku detergentu (např. Tween, Jar), omytí vodou (10-30 minut), ponoření



do dezinfekčního roztoku ve sterilních podmínkách, slítí dezinfekčního roztoku a opláchnutí explantátu nejméně 3x ve sterilní destilované vodě. K účinnější sterilizaci explantátů a vypírání dezinfekčního roztoku se nádoba s roztokem a explantátem umísťuje na třepačku. Některý rostlinný materiál se velmi obtížně sterilizuje a je nutné např. použít opakované sterilizace – sterilizace se opakuje v intervalu 24-48 hodin a teprve poté se explantáty očkují na živný roztok. V případě, že ani tento postup nezajistí odvození sterilní kultury a v případech, kdy se jedná o přítomnost endoparazitů, je možné k odvození sterilní kultury použít antibiotika. Antibiotika se dodávají i do médií primokultury (první médium v němž se pěstují rostliny).

- Sterilizace semen. Suchá a nepoškozená semena se sterilizují v 0,2% roztoku chloridu rtuťnatého se smáčedlem (Tween, Jar) po dobu 5 až 20 minut za občasného promíchání.

#### Poznámky ke kultivační místnosti

- Jde o plošně největší část laboratoře explantátových kultur – zde se rostliny pěstují. Při velké produkci výpěstků může mít i několik stovek čtverečních metrů – v tomto případě je kultivačních místností několik.
- Cílem je využít celý prostor laboratoře. Je proto vybavena pohyblivými regály s několika patry nad sebou.

#### Kultivační média pro rostlinné explantáty

- Kultivační média (též živná média, živné půdy) jsou vedle obtíží se zajištěním sterility druhým rozhodujícím faktorem úspěšnosti pěstování. I když obecně známe, co by taková média měla obsahovat, konkrétně se optimální složení médií i výrazně liší a to nejen mezi jednotlivými druhy rostlin, ale často i v rámci jednoho druhu. Všechna média používaná

pro kultivaci buněk, pletiv nebo orgánů ve větším či menším zastoupení obsahují následující komponenty.

- Makroprvky. Vždy jsou obsaženy dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík a síra. Médium by mělo obsahovat 25-60 mM anorganického dusíku – nejlépe v nitrátové formě a amonných solí. Draslík se do média přidává ve formě dusičnanu nebo chloridu v koncentraci 20-30 mM, fosfor, hořčík, vápník a síra obvykle v koncentraci 1-3 mM.
- Mikroprvky. Nezbytnými mikroprvky jsou železo, mangan, zinek, bór, měď, často se dává i kobalt, jód a chlór. Koncentrace těchto prvků se pohybuje od 0,1  $\mu\text{M}$  do 100  $\mu\text{M}$ .
- Zdroj uhlíku a energie. Jako nejčastější zdroj je používána sacharóza, případně glukóza, nebo fruktóza, v koncentraci 2 až 3%. Cukr zajišťuje heterotrofní výživu.
- Vitamíny. Normální rostliny syntetizují vitamíny a enzymy nezbytné k jejich růstu. Explantátovým kulturám je nutno tyto látky dodat. Nejčastěji se užívají thiamin, kyselina nikotinová, pyridoxin v koncentracích 0,1 až 10,0  $\text{mg.l}^{-1}$ . Rovněž se dodává myo-inositol, který se štěpí na kyselinu askorbovou a pektin. V malých dávkách se někdy přidávají kyselina pantotenová, biotin, kyselina listová.
- Aminokyseliny a další zdroje organického dusíku. Aminokyseliny, přidávané do živného média mohou stimulovat růst explantátů, proto se přidávají při kultivaci buněčných suspenzí a protoplastů. Slouží jako operativní zdroj dusíku, který je rostlinným explantátem rychle využíván. Jako zdroj organického dusíku se používá hydrolyzát kaseinu v koncentraci 0,05-0,1%, nebo jiný bílkovinný hydrolyzát, např. N-Z amin. Často se do média přidávají i jednotlivé aminokyseliny, např. glycin, L-glutamin a L-asparagin v koncentraci do 100  $\text{mg.l}^{-1}$ . Tyto aminokyseliny mohou při vyšších koncentracích inhibovat růst explantátu.
- Nedefinované složky médií. Růst explantátových kultur mohou významně stimulovat organické extrakty – kokosové mléko v koncentraci 5-20%, extrakty z banánů (na 1 litr

média 1 zralý banán), pomerančová nebo rajčatová šťáva. Při jejich přidání však již nemůžeme hovořit o tom, že exaktně známe chemické složení média.

- Aktivní uhlí. Není nezbytnou součástí média. Jeho přidáním pozitivně ovlivňujeme růst explantátu a prodlužujeme termín jeho pasážování. Aktivní (dřevěné) uhlí jímá toxické látky fenolické povahy vylučované explantáty a některé druhy rostlin vyžadují pro růst kořenů neprůsvitné (tmavé) médium. Aktivní uhlí se před užitím propláchne kyselinou a zneutralizuje, používá se v koncentraci 0,5 až 3,0%.
- Látky pro zpevnění média. Pouze suspenzní kultury se pěstují ve vodném roztoku živin. Ve všech ostatních technologiích je explantát umístěn na povrch zpevněného média. Ke zpevnění se nejčastěji užívá agar (vaří při teplotě +60 °C, tuhne při teplotě +45 °C, nereaguje s ostatními složkami média, není rozkládán enzymy, lze upravovat jeho tuhost i pH, chemicky však ovlivňuje složení média). Agar je jedinou složkou média, která se vaří, přesto se celé přípravě média často říká „vaření média“. Mimo agaru lze použít i Gerlite nebo agarózu. Pevné médium můžeme v případě potřeby nahradit tekutým médiem s přídavkem skleněných kuliček, perlitu, čedičové vaty nebo náročné techniky papírových můstek (explantát je umístěn na pevný povrch, živný roztok se k němu dostává vztlínáním).
- Růstové regulátory. Jsou naprosto nezbytnou složkou média. Často nerozhoduje ani tak jejich množství, jako jejich vzájemný poměr.
  - Auxiny využívané pro rostlinné explantáty jsou: kyselina indolyl-3-octová (IAA), kyselina indolyl-3-máselná (IBA), kyselina chlorfenoxyoctová (4-CPA), kyselina 2,4-dichlorfenoxyoctová (2,4-D), kyselina naftyloctová (NAA), kyselina 2,4,5-trichlorfenoxyoctová (2,4,5-T), kyselina 3,6-dichlor-2-metoxybenzoová (dicamba), kyselina 4-amino3,5,6-trichlorpikolinová (picrolam). Auxiny jsou v kultivačním médiu používány především k stimulaci růstu kalusu buněk, k indukci tvorby adventivních kořenů, k indukci somatické embryogeneze stimulaci růstu apikálních meristémů. Účinnost výše uvedených auxinů je různá a je závislá na typu explantátů a

růstových podmínkách. Uvádí se, že 2,4-D je 8-12 x účinnější než IAA, 2,4,5-T je 5x účinnější. IAA, NAA je 2x a picolam 2-4 x účinnější než IAA. Obvyklé množství auxinů v médiu je 0,1-20,0 mg.l<sup>-1</sup>.

- Cytokininy jsou rostlinné fytohormony výrazně podporující buněčné dělení, indukují aktivitu meristémů a tvorbu pupenů. Výrazně snižují apikální dominanci, podporují růst axilárních pupenů (stimulace větvení). Cytokininy inhibují zakládání adventivních kořenů a jejich přítomnost v médiu často brání tvorbě kořenů. Do skupiny cytokininů přidávaných do kultivačních médií patří: benzylaminopurin (BAP), isopentenyladenin (2iP), kinetin, zeatin. Do této skupiny patří také adenin, který sice nevykazuje fytohormonální aktivitu, zvyšuje však účinnost cytokininů.
  - Gibbereliny jsou třetí skupinou fytohormonů, které se někdy do živných médií přidávají. Z dostupných gibberelinů je využíván gibberelin GA<sub>3</sub> a gibberelin GA<sub>7</sub>.  
Většina explantátů gibberelin pro svůj růst v médiu nevyžaduje, ale v některých případech lze aplikací gibberelinu stimulovat růst explantátu, případně rušit endogenní dormanci. GA<sub>3</sub> se do média přidává pro stimulaci růstu buněčných kultur, ke stimulaci růstu kalusu a ke stimulaci růstu zakrslých rostlin. K tomu, aby se projevil stimulační účinek gibberelinu, je zapotřebí přítomnost auxinu – ať již nativního v rostlinném explantátu, nebo exogenního v živném médiu.
  - Abscisová kyselina je do živných médií přidávána jen výjimečně pro indukci somatických embryí, stimulaci tuberizace, květní indukce, navození dormance nebo k zbrzdění růstu explantátů. Inhibici růstu explantátů je možné navodit i syntetickým preparátem CCC (chlorcholinchlorid), kyselinou 2,3,5-trijodbenzoovou a hydrazidem kyseliny maleinové a dalšími inhibitory používanými v experimentální morfologii.
- Acidita média. Obvykle se užívá pH/H<sub>2</sub>O 5,5 až 6,0, výjimečně až 7,0. Úprava se provádí hydroxidem draselným a kyselinou chlorovodíkovou.

### Příprava (vaření) živných médií

- K přípravě médií je nutné používat čisté sklo, minimálně redestilovanou vodu, chemikálie s čistotou minimálně p.a., cukr lze použít běžný potravinářský.
- Média se nepřipravují permanentní a přesnou přípravou všech jejich jednotlivých ingrediencí, ale ze zásobních (předem připravených) a koncentrovaných roztoků (10 až 100 silnějších) jednotlivých složek (rychlejší práce, menší množství chyb při přípravě).
- Zásobní roztoky lze připravit přímo v laboratoři explantátových kultur, nebo je lze objednat u specializovaných firem, ty je dodávají buď v tekutém, nebo pevném stavu. Tyto koncentráty se rozpustí ve vodě na požadované množství a přidají se látky, které nelze připravit dopředu – růstové regulátory, cukr a rozvařený agar.
- Zásobní roztoky se skladují ve tmě při teplotě až -20 °C.
- Složení nejužívanějších živných médií pro pěstování dřevin (bez fytohormonů) je uvedeno v tab. 3.
- Některá živná média lze i celá koupit (např. WPM).

### Uzavření skleněné nádoby

- Skleněná nádoba nesmí být neprodyšně uzavřena – uvnitř by se koncentroval etylén.
- Na uzavření se často užívá alobal. Užité zátky (špunty) musí mít otvor, do kterého se dává vata.

### Fyzikální podmínky pro růst

- Stejně jako složení médií nejsou dostatečně prozkoumány, často se postupuje metodou zkoušek a omylů. Různé druhy rostlin a jejich klony vyžadují jiné podmínky.
- Světlo – zdrojem uhlíku je dodávaný cukr, proto rostliny rostou i ve tmě (nemají však chlorofyl).
- Světlo obecně:

- spektrální složení – červená oblast,
  - délka osvětlení 8 až 16 hod,
  - intenzita osvětlení 5 až 15 kLx.
- Teplota vzduchu – optimum 20 až 25 °C.
- Vlhkost vzduchu 60 – 80 %.
- Často je nutné střídání teplot i intenzity a délky osvětlení.

#### Klady a zápory explantátových kultur

- Klady:
- Metoda vyžaduje málo prostoru k produkci velkého počtu rostlin. Z 1 m<sup>2</sup> lze za rok vyprodukovat i více než 100 000 ks rostlin.
  - Metoda je aplikovatelná na produkci bezvirózních rostlin, což umožňuje i velmi snadný prodej do zahraničí.
  - Koeficient množení je u některých druhů rostlin až 10<sup>9</sup> rostlin z jednoho explantátu za rok.
  - Je možné reprodukovat některé klony nebo druhy rostlin, které se tradičními metodami jen obtížně množí.
  - Množení lze realizovat bez ohledu na průběh počasí a nepotřebuje minerální půdu.
  - Rostliny mezi pasážováním nepotřebují téměř žádnou péči (zálivka, pletí ...).
- Zápory:
- Drahé laboratorní vybavení a drahý provoz laboratoří.
  - Zatím vysoká pracnost metody.
  - Nutná náročná aklimatizace rostlin po jejich vypěstování ve skle.
  - Zatím vysoká cena.
  - Možnost vzniku genetických odchylek.

### Metody množení explantátových kultur (obr. 3)

1. Množením rostlin indukci tvorby prýtu z axilárních (úžlabních – na rostlině již vytvořených) pupenů:
  - a) kultivací vzrostných vrcholů,
  - b) kultivací jednonodálních stonkových segmentů.
2. Tvorbou adventivních prýtů nebo adventivních somatických embryí:
  - a) přímou morfogenezi – nová rostlina prorůstá přímo na částech orgánů nebo pletiv rostliny,
  - b) nepřímou morfogenezi – nová rostlina prorůstá z kalusového pletiva nebo v suspenzní kultuře.

Rámcově bývají metody množení děleny i na:

1. Orgánové – nová rostlina vzniká přímo na explantátu odebraného z rostliny.
2. Kalusové – nová rostlina vzniká z kalusu, který je indukován na explantátu odebraného z rostliny.
3. Suspenzní – nová rostlina vzniká z jednotlivých buněk (většinou z kalusu).

### Metoda kultivace vzrostných vrcholů

- Hovoříme-li o kulturách vzrostných vrcholů, rozumíme tím kultivaci apikální části stonků (resp. kořenů), která se skládá z vlastní meristematické zóny vrcholu a několika listových primordií (základů). Explantáty používané k mikropropagaci mají velikost 0,5-3 mm.
- V podmínkách in vitro je možné kultivovat i samotnou meristematickou zónu. Potom je velikost primárního explantátu mnohem menší (0,1-0,5 mm). Tohoto způsobu kultivace se však používá spíše při ozdravování kultur. Klonové množení založené na kultivaci apikálních částí stonků vychází z toho, že v úžlabí listů (listových základů) dochází za určitých podmínek k zakládání postranních větví z axilárních pupenů. Jejich zakládání je však většinou inhibováno v důsledku apikální dominance. V kulturách in vitro je však možné vliv apikální dominance zrušit, přidá-li se do kultivačního média vhodné množství

cytokininu. Tím dochází k rychlému prorůstání postranních stonků, které mohou být po jejich izolaci a přenesení na médium podporující prodloužení a diferenciaci orgánů, dopěstovány v normální rostliny.

- Jakmile dojde k vytvoření axilárních prýtů je možné jejich vrcholy izolovat a pasážovat opět na médium s cytokininy, a tak zajistit množení kultury. Jakmile je vytvořeno dostatečné množství prýtů je možné proces axilárního větvení zastavit pasážováním prýtů na médium s nižším obsahem cytokininů (popř. bez cytokininů) a s vyšším obsahem auxinů a dosáhnout jejich zakořenění popř. po aplikaci auxinu zakořeňovat prýty in vivo.
- Metoda axilárního větvení je relativně jednoduchá, poměrně bezpečná a velmi často používaná. Pokud nedojde k tvorbě adventivních prýtů, nedojde většinou ke vzniku mutantů. Tvorba adventivních prýtů je ve většině případů nežádoucím vedlejším účinkem vysoké koncentrace cytokininů používané ke stimulaci axilárního větvení.
- Předpokládá se, že vzrostné vrcholy, které byly izolovány z adultních rostlin, postupně přecházejí opakovaným axilárním větvením v juvenilní stádium (rejuvenilizace). Rejuvenilizace se projevuje ve schopnosti prýtů tvořit kořeny. Prýty odvozené v primokultuře totiž většinou obtížně zakořeňují, ale po několika pasážích se schopnost tvořit kořeny zvyšuje.

#### Metoda kultivace jednonodálních segmentů

- Nejčastěji používanou, nejjednodušší a bezpečnou metodou klonování in vitro je metoda kultivace jednonodálních\_stonkových segmentů. Při této metodě se jako výchozí materiál používá nevětvených prýtů, tvořených několika nodálními úseky odvozených in vitro. Prýt se rozřeže na jednonodové úseky, z nichž každý nese alespoň jeden axilární pupen, listy se obvykle odříznou. Axilární pupen(y) nodálních segmentů dávají za vhodných kultivačních podmínek vznik novým prýtům, které jsou potom zakořeňeny in vitro nebo in vivo.



- Tato metoda je obtížně použitelná pro rostliny tvořící přizemní růžici, protože se velmi nesnadno odvozuje sterilní kultura. Druhy, které tvoří protáhlý stonek s listy a pupeny v jejich úžlabí se tímto způsobem množí relativně snadno. Nově vytvořené prýty jsou při této metodě opakovaně rozřezávány na nodální segmenty až po dosažení žádaného počtu prýtů. Apikální část může být zakořeněna. Rychlost mikropropagace je u této metody závislá na počtu nodů (listů) vytvořených za určitou časovou periodu. Tato metoda představuje nejpřirozenější metodu mikropropagace. Metoda je rovněž velmi bezpečná z hlediska genetické stability regenerantů, protože není porušena integrita rostliny (meristémů a pupenů). Je možné říci, že tato metoda je velmi úspěšná u bylin. U dřevin vznikají často komplikace spojené s dormancí pupenů a prodlužováním prýtů (internodií).

#### Přímá tvorba adventivních pupenů

- Třetí důležitou metodou používanou k mikropropagaci je metoda založená na indukci tvorby adventivních pupenů resp. prýtů. Podstatou metody je vznik pupenů resp. prýtů z předem nediferencovaných struktur typu axilárních či apikálních pupenů. Adventivní pupeny vznikají z buněk explantátu (list, řapík, stonek, oddenek, šupina cibule atd.) po jejich dediferenciaci. Adventivní pupeny dávají vznik adventivním prýtům, které je možné množit buď stejným způsobem, nodálními segmenty, nebo pomocí axilárního větvení.
- Pokud je možné snadno indukovat tvorbu adventivních pupenů, je tato metoda velmi atraktivní pro komerční využití, protože koeficient množení u této metody je většinou větší než u metod předchozích.
- Největší nevýhodou metody tvorby adventivních pupenů je oproti předchozím metodám podstatně vyšší pravděpodobnost tvorby mutantních regenerantů, zejména pokud vznikají z jedné buňky nebo pokud matečná rostlina byla chiméra.
- Tvorba adventivních pupenů může být stimulována cytokininy i auxiny v závislosti na druhu, kultivaru popř. výchozím explantátu. Většina druhů, které tvoří adventivní pupeny

vyžaduje k tvorbě adventivních pupenů cytokinin popř. jeho kombinací s nízkou koncentrací auxinu. Lilie a hyacint představují rostliny, kde je tvorba adventivních pupenů stimulována auxinem.

- K indukci adventivních pupenů je možné použít kousků pletiv a orgánů. Po umístění explantátu na živné médium dochází za určitých podmínek k prorůstání těchto pupenů v nové rostliny. Výtěžnost tohoto způsobu rozmnožování je velmi vysoká. Na explantátu nemusí vždy vznikat rostliny, ale mohou se přímo vyvíjet rozmnožovací částice, např. cibulky. Tento jev můžeme pozorovat např. u lilií.

### Přímá embryogeneze

- Tento způsob množení je charakterizován přímým vznikem somatických embryí na primárních explantátech. Embrya vznikají z pletiv označovaných jako pre-embryogeneticky determinovaná. Jedná se např. o pletiva zygotických embryí, děloh klíčnic rostlin, hypokotylu klíčnic rostlin atd. Tento způsob množení byl popsán např. u vojtěšky, vinné révy, mrkve, citrusů, petržele atd.

### Množení nepřímou organogenezí

- Tato metoda je charakteristická vznikem kořenů, stonků, popř. celých rostlin z neorganizovaného kalusového pletiva. Protože tyto orgány nevznikají z původního pletiva mateřské rostliny označuje se tato organogeneze jako nepřímá. Množení probíhá v několika etapách:

#### a) Odvození kalusu

- Kalus představuje soubor nediferencovaných buněk. U většiny dvouděložných bylin je možné odvodit kalus z různých explantátů jako např. ze segmentu listů, stonků, kořenů, kousků zásobních orgánů, vzrostných vrcholů, embryí atd. U jednoděložných je výběr pletiv vhodných k odvození kalusu menší. Je možné použít embrya, velmi mladé listy,

nodální segmenty stonků, popř. květní základy. Ještě problematičtější je odvození kalusu u dřevin.

- Růst kalusu je ve většině případů indukován umístěním explantátů na médium s relativně vysokou koncentrací auxinu (1-10 mg/l) v přítomnosti nižší koncentrace cytokininu. Kalus může být použit k odvození suspenzní kultury v tekutém médiu po jeho umístění na třepačku. Hlavní výhodou suspenzních kultur je velmi rychlý růst buněk, což je způsobeno jejich lepším kontaktem s živným médiem. Z hlediska mikropropagace rostlin je nevýhodné, že kalusová kultura s opakovanými pasážemi ztrácí morfogenní schopnost a stoupá u ní pravděpodobnost genetických změn.

#### b) Organogeneze v kalusové kultuře

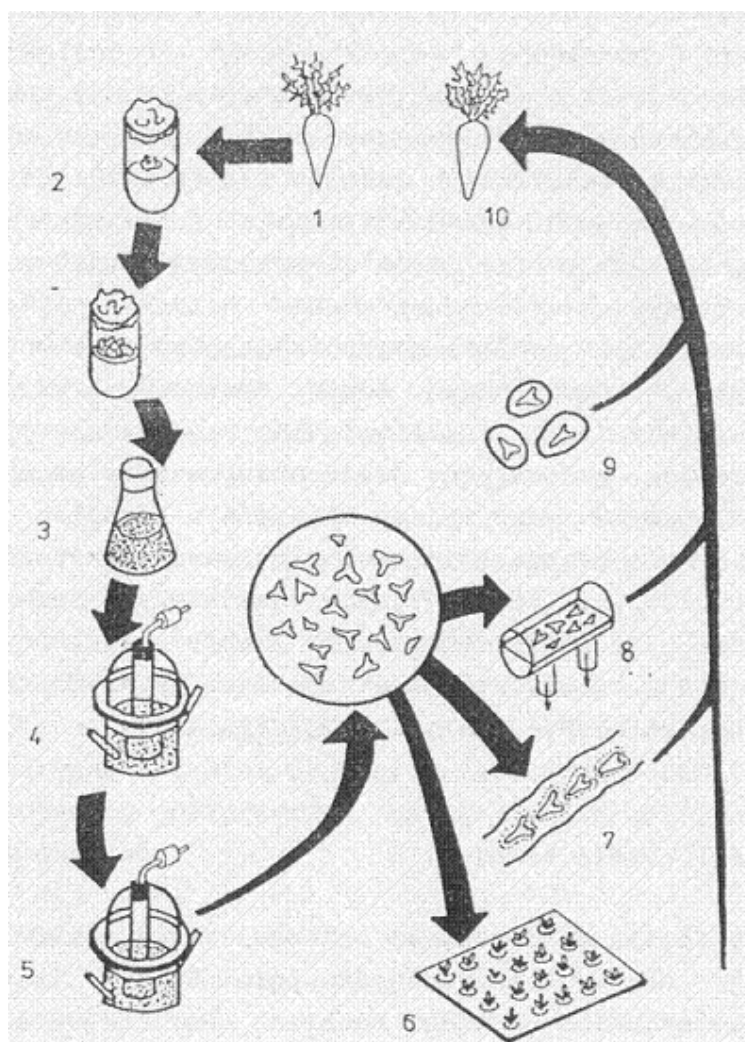
- Vytvořený kalus resp. buňky suspenzní kultury jsou přeneseny na médium s nižší koncentrací auxinu a dochází k vytvoření orgánových základů. Významná je především produkce prýtlů, protože kořeny, které v kalusové kultuře vznikají nemají většinou vaskulární spojení s prýty. Proto často musí následovat třetí fáze - zakořeňování. Je realizována buď ve sterilních podmínkách, nebo jsou prýty po aplikaci auxinu na jejich bázi přeneseny do nesterilního substrátu.

#### Množení rostlin nepřímou somatickou embryogenezí

- Somatická embryogeneze je proces, při kterém vzniká úplná rostlina (resp. embryo) z jiné buňky než z oplozeného vajíčka resp. zygoty. Při tomto způsobu množení je nejprve nutné z diferencovaného pletiva odvodit tzv. embryogenní kalus, který je tvořen malými, cytoplazmou bohatými buňkami. Indukce embryogenního kalusu se většinou dosahuje kultivací primárního explantátu na médiu s vysokou koncentrací auxinu (nejpoužívanější je 2,4-D). Pro odvození embryogenního kalusu jsou většinou vhodná mladá (juvenilní) pletiva jako např. endosperm, zygotická embrya, květní primordia, části klíčnicích rostlin, prašníky, pylová zrna atd. Další vývoj embryí z embryogenních buněk probíhá většinou na médiu neobsahujícím auxin. Pro vývoj somatických embryí je významná také přítomnost

dusíku v redukované formě (často se do média přidávají aminokyseliny, kokosové mléko či kasein hydrolyzát). V některých případech se pro normální vývoj somatických embryí přidává kyselina abscisová (ABA). Somatická embrya během svého vývoje procházejí stejnými vývojovými fázemi jako embrya zygotická.

- Somatická embryogeneze i přes svá úskalí představuje velmi perspektivní metodu množení rostlin. Např. z jednoho gramu buněčné suspenze mrkve je možné získat až 1 000 somatických embryí, z 5 ml suspenze smrku 285 rostlin. Proces somatické embryogeneze představuje do budoucna ve spojení se suspenzní kulturou velmi perspektivní metodu vegetativního množení rostlin. Suspenzní kultury jsou totiž vhodné pro využití bioreaktorů a somatická embrya pro produkci umělých semen, což by umožnilo zavedení mechanizace do celého procesu množení (obr. 4).



Obr. 4. Schéma mikropropagace rostlin somatickou embryogenezí při využití bioreaktoru.

Nejprve se vybere vhodná mateřská rostlina (1), z níž je odebrán explantát, který je použit k

založení explantátové kultury (2). Vzniklé kalusové pletivo je přeneseno do tekutého média na třepačku, kde dojde k odvození buněčné suspenze (3). Buněčná suspenze je dále kultivována v bioreaktoru v médiu obsahujícím auxin, který podporuje dělení buněk bez jejich následné diferenciaci (4). Část buněčné suspenze je poté přenesena do bioreaktoru, který obsahuje médium bez auxinu (5), což vede k tvorbě somatických embryí z jednotlivých buněk suspenze nebo z malých buněčných agregátů. Po vytvoření dospělých somatických embryí je možné tyto dopěstovat v kultuře v malé rostliny, které se přenesou do půdy (6), což je postup neumožňující použití mechanizace. Perspektivnější je využití "výsevu" somatických embryí metodou tzv. tekutého výsevu (anglicky fluid drilling), kdy se embrya vysévají v gelové hmotě na povrch půdy (8). Obdobou této metody je vysévání somatických embryí uzavřených v určitém gelu neseným vysévacím páskem (7) (anglicky seed tape technology). Velmi perspektivní je uzavírání somatických embryí do umělých semen (9). Ze somatických embryí vznikají potom dospělé rostliny (10), které mají stejné vlastnosti jako rostlina mateřská.

### Umělá semena

- Techniky používané k produkci rostlin pletivovými kulturami mají některé nevýhody v porovnání s tradičními postupy vegetativního množení rostlin. Mezi největší z nich patří zatím malá možnost použití mechanizace a automatizace při manipulaci s rostlinami v průběhu celého produkčního procesu. Tento problém může být v budoucnu řešen produkcí umělých semen.
- Umělá semena je možné získat uzavřením somatických embryí do ochranného obalu. V současné době se používají především hydrogely, z nichž nejvýznamnější je alginát sodný, který se získává z hnědých řas. Somatická embrya se suspendují v alginátu sodném, který se spolu s nimi nechá kapat do roztoku chloridu vápenatého. Výsledkem je vznik průhledných kuliček (asi 4 mm velkých), v nichž je uzavřeno embryo.
- Kolem embrya tak vznikne gelovitý obal, který zabraňuje mechanickému poškození embrya a po přidání dalších komponent může obalový gel sloužit jako umělý endosperm

umožňující klíčení embrya. Tento "endosperm" může být obalen umělým osemením zajišťujícím mechanickou ochranu, zabraňující vysušení semene a umožňující použití běžných secích strojů při jejich vysévání. Vedle hydratovaných umělých semen se používají tzv. suchá umělá semena nebo vysušená somatická embrya neopatřená obalem.

#### Metody kultivace buněčných suspenzí

- Užívají se k produkci somatických embryí a vznikají rozpadem kalusu (může být i rozmixován).
- Pro všechny systémy kultivace buněčných suspenzí je společné používání sterilních tekutých živných médií, která se pohybují (protřepávají). Pohybující se médium je současně provzdušňováno a je zajištěn dokonalý přístup živin k buňkám. Stálý pohyb média napomáhá vytvoření buněčné suspenze a rozpadu buněčných shluků. Tím také dochází k eliminaci vlivu zemské tíže.
- K zajištění pohybu tekutého média se používá pro vertikální rotaci roller, otáčející se rychlostí 1-10 otáček za minutu nebo třepačka na které dochází k horizontálnímu protřepání média při rychlosti 30-130 otáček za minutu a amplitudě výkyvu 2-5 cm. Při použití rolleru se mechanickému uvolňování buněk napomáhá speciální úpravou kultivačních baněk, které mají různé výstupky. Objem kultivačního média v baňkách pro buněčné suspenze se doporučuje asi je jedna pětina celkového objemu baňky.
- Pro kontinuální kultivaci buněčných suspenzí se používají bioreaktory obdobného typu jako v mikrobiologii. V těchto zařízeních je pohyb média zajišťován buď míchadlem, nebo probubláváním sterilního vzduchu. Moderní bioreaktory jsou technicky dokonalá zařízení s automatickou kontrolou hustoty suspenze, obsahu živin, obsahu kyslíku a se stálou regulací pH. Nejčastěji používaný objem bioreaktoru pro rostlinné buňky je 5-10 litrů.

### Výběr matečné rostliny

- Při výběru rostliny, pro odvození explantátové kultury je zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost zdravotnímu stavu rostliny, zhodnotit její růstové schopnosti, fyziologický stav a vlastnosti, pro které by měla být vybraná rostlina množena.
- Úspěšnost odvození explantátové kultury je ovlivňována v závislosti na ročním období (cyklofýza) i na postavení odebírané části rostliny v rámci celé rostliny (topofýza). Optimální termíny pro založení explantátové kultury se často liší od období maximálního růstu rostliny. Také mikrobiální kontaminace explantátu se liší v různých obdobích roku i na různých stanovištích.
- V mnoha případech je možné úspěšné odvození explantátu i v období endogenní dormance matečné rostliny tak, že explantovaná část se za aseptických podmínek vystaví několikatydennímu působení snížené teploty kolem +4 °C nebo se aplikují gibereliny.

### Odvození explantátové kultury

- Odběr materiálu. Po pečlivém výběru rostliny, ze které bude explantát odebrán (při respektování vhodného časového období i místa, ze kterého bude explantát odebírán) je možno přikročit k založení kultury. Odebraný rostlinný materiál, např. letorost, je po odběru zabalen do papíru, vložen do polyetylenového sáčku a co nejrychleji převezen do laboratoře. Obvykle bývá snadnější založení explantátové kultury z mladé rostliny.
- Sterilizace materiálu. V laboratoři je odebraný letorost v nesterilním prostředí umyt teplou vodou a očištěn. K tomu je možné použít i mýdlo a jemný kartáček. Umytý letorost je přenesen do aseptického boxu, a vložen do sterilní kádinky naplněné dezinfekčním roztokem. Sterilovaný letorost musí být zcela ponořen v dezinfekčním roztoku a to nejlépe tak, aby hladina roztoku byla asi 2 cm nad sterilizovaným objektem.
- Z faktorů, které snižují účinnost sterilizace je především přítomnost trichomů, které zabraňují přístupu dezinfekčního roztoku až na povrch materiálu a tvorba vzduchových

bublinek, uvolňovaných někdy z rostlinného materiálu, které rovněž lokálně brání přístupu sterilizačního roztoku k objektu. Také silná kutikula může snižovat účinnost sterilizace. Tyto nedostatky lze odstranit poklepem na kádinku případně jemným třepáním (třepačky, elektromagnetické míchačky) a zejména přidavkem několika kapek smáčedla do sterilizačního roztoku (např. Jar, Tween) před počátkem sterilizace.

- V některých případech se osvědčuje opláchnout umytý rostlinný materiál 95 % etanolem, nebo krátkodobým (cca 10 sec) ponořením rostlinného materiálu do 70% etanolu.
- Doba působení sterilizačního roztoku na odebranou rostlinnou část je závislá na druhu a intenzitě mikrobiální kontaminace i na tom, jestli je pouze na povrchu explantátu, nebo proniká hlouběji do pletiv.
- Proto je zapotřebí nejprve pokusně určit, kterým dezinfekčním přípravkem bude sterilizace rostlinného materiálu provedena, jaká má být jeho koncentrace a doba působení.
- U silně kontaminovaného rostlinného materiálu je možné použít i opakovanou sterilizaci, nebo kombinaci různých dezinfekčních přípravků.
- Standardní postupy používané pro dezinfekci rostlinných explantátů nejsou schopny eliminovat endogenní mikroorganismy, které se nacházejí v intercelulárních prostorech, nebo až v buňkách rostlinných pletiv. K likvidaci tohoto typu kontaminací se používají antibiotika, která se aplikují buď na povrch explantátu, nebo se přidávají do kultivačních médií. Nejčastěji se používá vankomycin, rifampicin, kanamycin a chloramfenikol. Použití antibiotik však není bez rizika, poněvadž tyto látky mohou být pro rostlinné buňky toxické.
- Po skončené sterilizaci, která by měla proběhnout tak, že všechny mikroorganismy byly zničeny, ale rostlinný materiál nebyl vážněji poškozen, je zapotřebí přistoupit k vymývání zbytků dezinfekčního roztoku z rostlinných pletiv. Postup je takový, že se v aseptickém boxu sterilní pinsetou přenese vysterilovaný objekt z dezinfekčního roztoku do sterilní kádinky naplněné sterilní destilovanou vodou. V boxu po uzavření sterilním alobalem se



provádí první vymývání po dobu obvykle 15 minut. Tento postup se opakuje ještě 2 x za stejných podmínek.

### Zpracování explantátu

- Po chemické sterilizaci a promývání je explantát zpracováván podle metodiky a cílů práce. Zpravidla však je vhodné odříznout v boxu sterilním skalpelem ve sterilní Petriho misce oba konce explantátu, kterými mohl být dezinfekční roztok při sterilizaci nasát. Potom se explantát upraví do požadované velikosti, nebo se provádějí preparace pomocí sterilních a průběžně sterilovaných nástrojů (skalpel, jehla, pinseta). Při delší práci je vhodné používat speciální odlehčené nástroje, zejména pinsety, které usnadní práci s explantáty.

### Úspěšnost sterilizace

- Připravené, nově založené a uzavřené explantáty se přenesou z aseptického boxu do nesterilního prostředí kultivačního boxu, nebo kultivační místnosti, kde jsou ponechány při teplotě 25-27 °C při zářivkovém osvětlení, nastaveném světelném režimu (např. 16 hod. světlo a 8 hod. tma), intenzitě osvětlení kolem 3000 luxů a vysoké vzdušné vlhkosti.
- Během dvou až tří dní se projeví případná infekce, která může být důsledkem nedokonalé sterilizace nebo kontaminace obsahu chybou obsluhy, výjimečně i poruchou filtrace v aseptickém boxu.
- V případech totální infekce je nutné odběr a zpracování materiálu opakovat a volit buď vyšší koncentraci sterilizačního roztoku, nebo prodloužit dobu jeho působení, nebo volit jiný dezinfekční roztok. Druhou možností je situace, kdy explantovaná rostlinná část sice není infikována, ale neroste, případně zhnědla až zčernala. K tomu dochází při použití příliš vysoké koncentrace sterilizačního roztoku, nebo příliš dlouhé doby jeho působení. V tomto případě je zapotřebí snížit koncentraci dezinfekčního roztoku, nebo zkrátit dobu jeho působení a celý pokus o odvození explantátové kultury zopakovat.

- Explantáty některých rostlin mohou za několik dní od založení kultury hnědnout, nebo i černat v důsledku interakce nativních polyfenolů a enzymů obsahujících měď (polyfenoloxidáza, tyrozináza). Tyto barevné změny se objevují více u starších pletiv a zabránit jim je možné:
  1. odstraněním fenolových sloučenin,
  2. změnou redoxního potenciálu přidáním kyseliny askorbové,
  3. inaktivací fenoláz,
  4. redukcí aktivity fenoláz nebo dostupnosti jejich substrátů.
- Obranou proti hnědnutí explantátu je častější pasážování explantátu na čerstvé médium v prvních 2-4 týdnech kultivace. Interval mezi pasážemi je obvykle 1-4 dny. Je možné využít také vazebných schopností aktivního uhlí, nebo polyvinylpyrrolidonu (PVP) k vazbě fenolů. Aktivní uhlí se do média přidává v koncentraci 0,05 - 0,5 %, PVP je v médiu v koncentraci 0,01-2%.
- Někdy se účinně zabrání hnědnutí rostlinných pletiv použitím antioxidantu, např. kyseliny askorbové, kyseliny citrónové, L-cysteinu, floriglucinu, glutathionu a merkaptoetanolu.

#### Očkování a pasážování

- Očkování je přenos explantátu odebraného z rostliny do prvního živného média. Kultura, která v prvním živném substrátu vznikne, se nazývá primakultura.
- Přenos explantátu z jednoho média na médium čerstvé se označuje jako pasážování. Tento interval je závislý na podmínkách kultivace (teplota), typu explantátu a rostlinném druhu a bývá obvykle 4 až 5 týdnů. Pasážování se provádí pravidelně a jeho cílem je přenést explantát do nového prostředí zbaveného rostlinných exkretů, které explantát naprodukoval a které by mohly negativně ovlivnit jeho další růst, nebo je kultura připravena k dalšímu dělení nebo zakořeňování.

### Zakořeňování in vitro

- Prýty odvozené v podmínkách in vitro mohou být zakořeňovány buď v podmínkách in vitro, nebo v podmínkách in vivo. Cílem je indukce adventivních kořenů a vytvoření kořenového systému dostačujícímu k výživě nově vytvořené celistvé rostliny. Platí zde obecné principy pro řízenou rhizogenezi podrobně prozkoumanou pro zakořeňování řízků a role auxinů je i v tomto případě významná. Zakořeňování prýtů je významnou a často dosti obtížnou etapou mikropropagace. Nestačí jen, aby prýty vytvořily kořeny, ale také aby tyto kořeny byly funkční. Zakořeňování prýtů v sterilních podmínkách in vitro je poměrně pracné a zvyšuje náklady na množení rostlin. Kořeny takto vzniklé, nejen že mohou být nefunkční, ale mohou postrádat kořenové vlásky (rhiziny) a jsou velmi křehké a lámavé. Poškození křehkých kořenů při přenosu do nesterilního prostředí lze částečně omezit zakořeňováním prýtů na molitanu, nebo čedičové vatě a následným přenosem i s tímto nosičem zasazený do půdy.
- Faktorem, který někdy brání spontánní rhizogenezi prýtů jsou pravděpodobně cytokininy. Pouze malé množství rostlin tvoří kořeny na živné půdě s cytokininy a u všech ostatních je nezbytný přenos prýtu k zakořeňování na nové médium (zakořeňovací), které neobsahuje cytokininy a ve kterém jsou auxiny : IAA - 0,1-10 mg.l<sup>-1</sup>, NAA 0,05-1,0 mg.l<sup>-1</sup>, IBA 0,1-10 mg.l<sup>-1</sup>. Výběr auxinu a jeho koncentrace je závislý na druhu rostliny. Vzhledem k tomu, že auxin je nezbytný pouze pro indukci tvorby adventivních kořenů, další etapy rhizogeneze může již v některých případech ovlivňovat negativně. Je možné použít krátkodobé stimulační rhizogeneze auxinem a to buď jejich pouhým ponořením do roztoku auxinu (o vyšší koncentraci), nebo se využívá krátkodobé kultivace (1-5 dní) prýtů na půdě obsahující auxin. Potom se stimulované prýty přenesou na půdu bez auxinu, nebo s velmi nízkým obsahem auxinu. (nazývá se pulsní zakořeňování).
- Pro zakořeňování je někdy doporučováno médium s redukováným (50%) obsahem makro a mikroelementů. Nižší koncentrace živin v médiu může také představovat určitý stres,

který signalizuje nedostatek živin v prostředí a iniciuje intenzivní tvorbu adventivních kořenů.

- Také na pevných agarových půdách se často vyvíjejí kořeny bez kořenových vlásků což souvisí s nedostatkem kyslíku v pevném médiu. Při použití tekutého média a při kultivaci na můstcích z filtračního papíru se rhiziny již tvoří.
- Pro zakládání a růst adventivních kořenů je fyziologickým prostředím tma, přesto světlo většinou zakládání a růst kořenů negativně neovlivňuje. V případě, že explantovaný prýt ani po stimulaci kořeny netvoří, je faktor světla zapotřebí prověřit.

Teplota vhodná pro řízenou rhizogenezi u většiny rostlin se pohybuje v rozmezí 25- 28 °C.

- Prýty zakořeněné v podmínkách in vitro se při přenosu do nesterilních podmínek opatrně zbaví ulpělého živného média a důkladně se opláchnou teplou vodou. Doporučuje se aplikace fungicidů jak do substrátu, tak i na přesazené rostliny.

#### Zakořeňování in vivo a aklimatizace

- Zakoreňování prýtů odvozených in vitro v nesterilních, nebo polosterilních podmínkách na substrátech blízkých zahradnickým nebo lesnickým substrátům. Používají se různé umělé půdy, porézní materiály jako perlit, vermikulit, směsi písku a rašeliny nebo čedičová vata. Obecnou vlastností těchto substrátů je snížený výskyt půdních mikroorganismů a možnosti částečné dezinfekce substrátu. Substrát používaný k zakořeňování in vivo by měl mít slabě kyselou až neutrální reakci, zajišťovanou dostatečnou aeraci a měl by mít vysokou vodní kapacitu.
- Zakoreňování prýtů v nesterilních podmínkách se provádí tak, že se jednotlivé izolované prýty získané explantátovou technikou krátkodobě namočí do stimulačního roztoku auxinu ( např. na 5 sec do 0,05% IBA) a po krátkém zaschnutí se zastrčí do nakypřeného substrátu.

- Přesazené zakořeňující prýty i celé rostliny je zapotřebí přizpůsobit novému prostředí jejich postupnou aklimatizací, spočívající v adaptaci na sníženou vzdušnou vlhkost, aktivací transpirace listových čepelí a přechod na plnou autotrofní výživu. Tento způsob je však možný až u dobře zakořeněných rostlin s novými listy.
- Rostliny převáděné z podmínek in vitro jsou velmi choulostivé, nemají vytvořenu dostatečně silnou kutikulu a velmi často mají nefunkční průduchy. Tento stav označujeme jako vitrifikace a je způsoben vysokou vlhkostí v kultivačních nádobách a nízkou intenzitou světla při kultivaci.
- Pro první etapy pěstování rostlin při převodu z heterotrofní na autotrofní výživu je dobré zajistit rosení přesazených roštím a kulturu překrývat propustnou fólií (postupně snižovat vlhkost vzduchu).
- Druhým problémem, se kterým se musí rostliny při převodu z podmínek in vitro vyrovnat, je přechod z heterotrofní (případně mixotrofní) výživy na výživu autotrofní. Rostliny v explantátové kultuře přijímají uhlík ze sacharózy obsažené v živném médiu a tímto zdrojem pokrývají svou energetickou potřebu, takže prakticky nepotřebují fotosyntetizovat. Pokud přesto v explantátové kultuře fotosyntéza probíhá, nikdy nepředstavuje hlavní zdroj organického uhlíku.
- Listy rostlin vytvořených v explantátové kultuře mají odlišnou anatomickou stavbu. Vrstva asimilačního pletiva – palisádového parenchymu je nižší, takže jejich fotosyntéza je méně intenzivní. Vzhledem k omezené funkčnosti listů, vytvořených u rostlin odvozených v podmínkách in vitro je možné tyto listy považovat za spíše zásobní pletiva, než orgány fotosyntézy.

#### Genetická charakteristika explantátových kultur

- Kultury somatických buněk kultivovaných in vitro (kalusové a suspenzní kultury) vykazují při dlouhodobější kultivaci nestabilitu. Cytologicky stabilní buněčné kultury jsou

výjimečné a krátkodobé. Geneticky velmi stabilní jsou naopak rostliny produkované klasickými technikami mikropropagace – pomocí jednonodálních segmentů a vzrostných vrcholů.

- K nejčastějším genetickým odchylkám v kulturách in vitro patří polyploidie, aneuploidie, častý je výskyt chimér. V průběhu kultivace in vitro může docházet rovněž k somatické redukci počtu chromozómů.
- U rostlin regenerovaných in vitro byly také popsány změny morfologické, fyziologické či biochemické. U řady druhů jsou známy změny v morfologii listů, květů, intenzitě růstu a odnožování. K výše uvedeným změnám může docházet postupně v průběhu po sobě následujících pasáží. To se projevuje např. ztrátou nároků na přítomnost exogenních fytohormonů (tzv. habituace). Další změnou v kalusové kultuře může být ztráta její morfogenní schopnosti. Nejprve obvykle mizí v kalusové kultuře schopnost vytvářet prýty, později schopnost tvořit kořeny. Ztráta organogenní a embryogenní schopnosti většinou koreluje se změnou ploidie buněk, které se staly polyploidními, popřípadě aneuploidními. Ztráta morfogenní schopnosti však nemusí mít vždy povahu genetickou, ale pouze fyziologickou, o čemž svědčí případy obnovení morfogeneze kalusové kultury změnou původních podmínek.
- Mezi fenotypové změny pozorované v tkáňových kulturách patří přítomnost či nepřítomnost ochlupení (trichomů), změny v morfologii listů, zakrslý růst, ztráta pigmentace (albinismus), změny morfologie květů, snížení schopnosti regenerace, snížená tvorba kořenů, nadměrné větvení stonků atd. Mnoho těchto změn má epigenetickou nebo fyziologickou podstatu a jsou tedy reversibilní. Vznik těchto abnormalit velmi často souvisí se složením kultivačního média. Např. cytokininy, které se používají v relativně vyšších koncentracích k indukci tvorby prýtů, mohou inhibovat zakořeňování, mohou stimulovat tvorbu rostlin se silným stonkem a krátkými internodii, popř. stonků, které se nadměrně větví. Auxiny mohou způsobit abnormality ve fertilitě květů, abnormální tvar částí květů, malformaci listů, sníženou vitalitu rostlin atd.

Tab. 1: Minimální doba sterilizace pro příslušný objem  
kultivačního média v kultivační nádobě (121 °C, 100 kPa)

Objem média v jedné kultivační nádobě (ml)	Minimální doba sterilizace (min)
20-50	15
75	20
250-500	25
1000	30
1500	35
2000	40

Tab. 2: Roztoky používané ke sterilizaci explantátů (Podle Torres 1989)

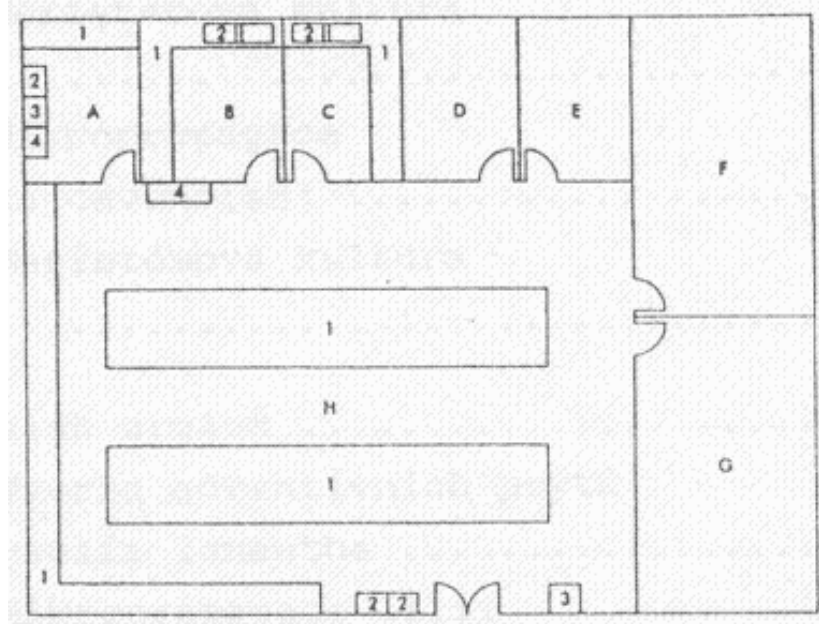
sloučenina	koncentrace	doba působení (minut)
chlornan vápenatý	9-10 %	5-30
chlornan sodný	0,5-5 %	5-30
peroxid vodíku	3-12 %	5-15
etanol	75-95 %	s-min
dusičnan stříbrný	1%	5-30
bromová voda	1-2 %	2-10
chlorid rtuťnatý	0,1-1 %	2-10
antibiotika	4-5 mg/1	30-60

Tab. 3: Složení vybraných kultivačních médií

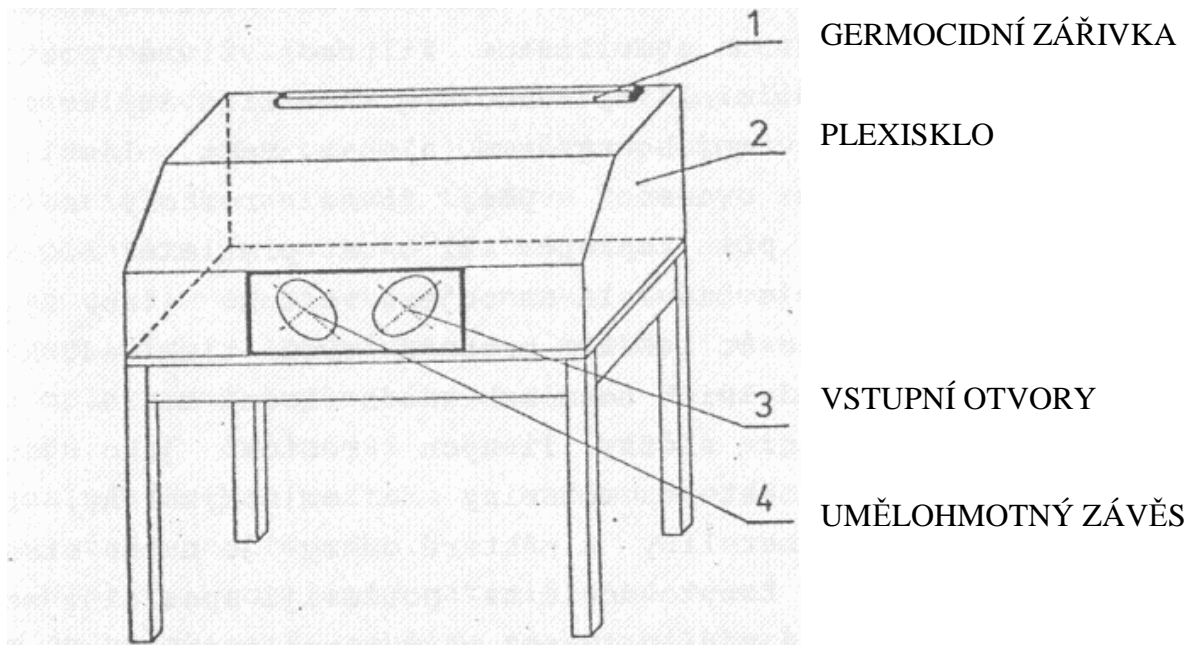
Sloučenina	Množství (mg/1)				
	MS	B5	N6	SH	White
<u>makroelementy</u>					
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	370	250	185	400	74
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170	-	400	-	12
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	-	150	-	-	-
KNO <sub>3</sub>	1900	2500	2830	2500	81
KH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650	-	-	-	-
CaCl <sub>2</sub> ·2 H <sub>2</sub> O	440	150	166	200	-
(NH <sub>4</sub> ) SO <sub>4</sub>	-	134	463	-	-
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	-	-	-	142
KCl	-	-	-	-	65
<u>mikroelementy</u>					
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6,2	3	1,6	5	-
MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	15,6	10	3,3	-	-
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	8,6	2	1,5	1	-
NaMoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0,25	0,25	-	0,1	-
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0,025	0,02	-	0,2	-
CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0,025	0,02	-	0,1	-
KI	0,83	0,75	0,8	1	-
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	27,8	-	27,8	15	-
Na <sub>2</sub> EDTA	37,3	-	37,3	20	-
EDTA Na ferric salt	-	43	-	-	-
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-	-	-	-	2,46
sacharóza (g)	30	20	50	30	20
<u>vitamíny</u>					
thiamin HCl	0,5	10	1	5	-
pyridoxin HCl	0,5	1	0,5	0,5	-
kyselina nikotinová	0,05	1	0,5	5	-
kvasnicový extrakt	-	-	-	-	100
myo-inositol	100	100	-	1000	-
pH	5,8	5,5	5,8	5,9	5,8



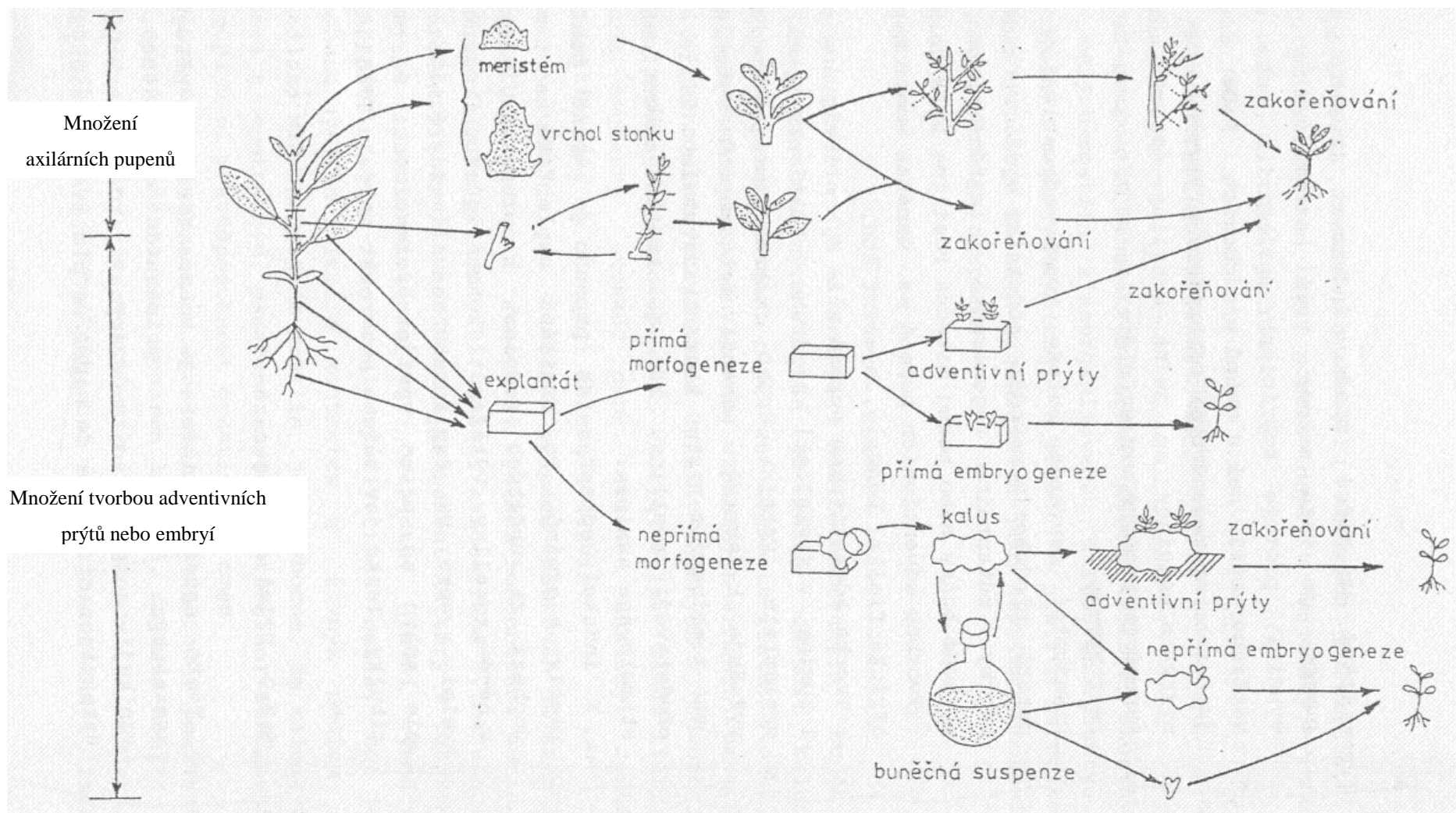
Obr. 1. Schématický náčrt typické laboratoře pletivových kultur



Obr. 1. Schématický náčrt možného usporiadání miestnosti pracoviska pletivových kultur rostlin (Torres 1989). A – miestnosť pro sterilizaci (1-stůl, 2-3 autoklávy, 4-teplovzdušná sterilizace, B – miestnosť na mytí nádobí (1-laboratorní stůl, 2-dvojité umývadlo), C – temná miestnosť, D – sklad chemikálií a skla, E – očkovací miestnosť, F – a G – kultivační miestnosti, H – hlavní laboratoř s chemickými stoly-1, lednicí-2, centrifugou-3 a destilačním přístrojem-4.



Obr. 2. Jednoduchý očkovací box



Obr. 3. Metody mikropropagace rostlin.

# **PĚSTEBNÍ POSTUPY PRO ZÍSKÁNÍ VÝSADBYSCHOPNÝCH ŘÍZKOVANCŮ BUKU A DUBU**

**Antonín Jurásek a kol.**

## **1. Úvod**

Metody autovegetativního množení mají nezastupitelné místo v šlechtitelských programech a záchraně genofondu cenných populací našich lesních dřevin (Jurásek 1990a). Význam těchto alternativních postupů produkce sadebního materiálu narůstá mimo jehličnany i u našich nejdůležitějších listnatých dřevin buku a dubu, kde je stálý nedostatek geneticky kvalitního osiva a objevují se vážné fytopatologické problémy v dospělých porostech. Naše lesní hospodářství proto musí být připraveno i na situaci, kdy bude nutné v případě výpadku semenné produkce těchto dřevin část sadebního materiálu množit vegetativně. Vedle metody „in vitro“ zde zaujímá významné postavení množení pomocí řízkování, které je technologicky jednodušší a realizovatelné v lesních školkách. Takto je například již používána technologie řízkování smrku ve fóliových krytech (Holzer et al 1987, Aldhous 1989 Kleinschmit 1989). Protože pěstování sadebního materiálu buku a dubu z řízků nebylo ještě v minulých letech uspokojivě dořešeno (Cornu et al.1977, Spethmann1982, Zavadil 1986, Chalupa 1987), věnovali jsme se tomuto problému v rámci aplikovaného výzkumu. Cílem bylo dopracovat technologické a pěstební postupy zakořeňování řízků a pěstování řízkovanců buku a dubu tak, aby byly použitelné v běžných školkařských provozech, případně posoudit, jaká doplňující vybavení jsou nezbytná. Výzkumem a současně i využitím dostupných zahraničních poznatků se podařilo tyto pěstební postupy ověřit a prokázat, že metoda řízkování listnatých dřevin je v naší školkařské praxi použitelná. V předkládané publikaci jsou tyto praktické poznatky shrnuty ve formě metodických pokynů.

## **2. Výběr a příprava matečnic dubu a buku**

K odběrům řízků dubu a buku je možné využít matečnice do stáří do 7 - 8 roků, optimální ujmavost řízků je u matečnic starých 3 - 5 roků. Matečnice mohou být pro odběr řízků speciálně pěstovány (výsadba ve sponu 0,5 m, přihnojování, tvarování, příp. i etiolizace – viz dále). K odběrům řízků je možno také využít rozpěstovaný sadební materiál generativního i vegetativního původu ve školce nebo již vysázený na holiny. Odběr řízků je možný i z vitálních letorostů mladých jedinců z přirozeného zmlazení v lesních porostech.

Pokud máme možnost přípravy matečnice (účelová matečnice, lesní školka apod.), je vhodné zajistit odpovídající výživu matečnice před odběrem řízků. Je prokázáno, že přihnojování matečnice ve fázi tvorby výhonů má vliv na zakořeňovací schopnost řízků a kvalitu vytvářených kořenů. Významný je zvláště dostatečný obsah dusíku a draslíku v rostlinných pletivech. Orientačně je možné uvést, že relativní obsah N v listech by se měl pohybovat kolem 3 % (procento ze sušiny listů), relativní obsah K kolem 2 %. (Radosta 1990)

V případě výraznějšího přihnojování matečnic ale stojíme před dvěma protichůdnými problémy. Intenzivní přihnojení matečnic dusíkatými hnojivy před odběrem řízků může sice výrazně zvýšit potřebné nutriční parametry, ale na druhé straně může výrazně změnit postup vyžívání letorostů a narušit fázi přerušení růstu, kterou potřebujeme k odběru řízků (nižší výtěžnost matečnice). Proto je vhodnější usměrnit hnojení v dlouhodobějším předstihu péčí o optimální obsah živin v půdě upravovaný na základě půdních rozborů. Pokud je nutné přihnojovat v roce odběru řízků, potom hnojivo aplikujeme včas na jaře již při rašení sadebního materiálu a zajistíme dostatečnou doplňkovou závlahu tak, aby výraznější příjem dusíku rostlinami nenastal až ve fázi dozrívání první vlny přírůstu a dřevnatění letorostů.

Pokud se během jarního období v matečnici ve větším rozsahu vyskytují biotičtí škůdci (mšice, listožravý hmyz, houbové patogeny), je třeba včas aplikovat pesticidy, aby nedošlo k znehodnocení listové plochy letorostů a aby se splnily hygienické lhůty umožňující ruční manipulaci s ošetřenými letorosty.

Podle zkušeností ze zahraničí je možné kvalitu řízků buku a dubu dále zvýšit i přistíněním matečnic ve fázi růstu letorostů, čímž dochází k jejich částečné etiolizaci a k následnému zvýšení obsahu dusíku a dalších prvků v listech, což v komplexu přispívá k vyšší zakořeňovací schopnosti odebraných řízků. (Maynard, Bassuk 1985 Prakticky se tato metoda stimulace používá tak, že nad matečné rostliny se v jarním období (při rašení listů) umístí konstrukce s černou fólií takovým způsobem, aby nebránila růstu stromků, ale současně se zamezilo přímému oslunění listové plochy letorostů. Kryt je nezbytné postupně odstranit (tj. snižovat intenzitu zastínění) v rozmezí dvou až čtyř týdnů před odběrem řízků, aby se matečné rostliny přizpůsobily běžným světelným podmínkám. Podle zahraničních zkušeností si etiolizované řízky lépe zachovávají listovou plochu při zakořeňování a rychleji se po zakořeňování přizpůsobují venkovním podmínkám. Vzhledem k tomu, že podmínky zastínění relativně dobře snáší buk, je tato metoda vhodná především pro tuto dřevinu.

U starších matečnic dubu (7– 8 roků) jsou velmi dobré zkušenosti s metodou zmlazení (rejuvenilizace), která spočívá v radikálním seříznutí kmínků na jaře (březen) na krátký pahýl

(15-20 cm vysoký) se souběžným odstraněním všech letorostů. (Radosta 1990) Ve výhonech vyrůstajících na takto seříznutých matečnicích je příznivější poměr živin a jsou vytvořeny lepší předpoklady pro kvalitní zakořenění řízků. Takto je možné posunout účelné využívání matečnice o několik let.

U buku není radikální ořez matečnice tak efektivní. Věková hranice 7 – 8 roků, po které dochází k výraznějšímu snížení zakořeňovací schopnosti řízků, se tímto opatřením nedá výrazněji posunout. Tvarováním a formováním mateřských stromků lze ale podstatně zvýšit výtěžnost matečnic, tj. počet odebraných řízků.

### 3. Odběr řízků dubu a buku z matečnice

#### 3.1 Termín odběru

K letnímu řízkování odebíráme tzv. polovyzrálé řízky z nových přírůstků, tj. letorostů. Termín odběru závisí na klimatických podmínkách roku a místa pěstování a kromě toho i na populačních a fenologických dispozicích množného sadebního materiálu. Pro stanovení termínu jsou k dispozici pouze orientační vizuální znaky připravenosti řízků k odběru. Nezbytné je proto postupně získat vizuální praktické zkušenosti. Empirické poznatky je možné shrnout následovně:

- Letorosty pro řízkování odebíráme po ukončení první fáze růstu v čase, kdy výhony začínají dřevnatět (jsou ale ještě pružné), mají dobře vyvinuté listy a základy pupenů v úžlabích listů.
- Ideální je vystihnout období těsně před začátkem další fáze růstu letorostů. V některých letech je zvláště u buku toto dočasné přerušení růstu a částečné vyžrávání letorostů výraznější, v jiných letech je tato nejvhodnější fáze velmi krátká a další růst letorostů nastupuje značně nevyrovnaně.
- Řízky můžeme odebírat v krajním případě i těsně po začátku dalšího růstu letorostů, výtěžnost matečnice je ale podstatně nižší. K řízkování můžeme použít jen vyzrálé části letorostů.

Termín odběru je jak u dubu tak u buku značně proměnlivý, obvykle je v druhé polovině června. Pokud předchází časně a teplé jaro, může být vhodný termín již začátkem června, naopak v roce s chladnějším průběhem počasí se často biologicky vhodný termín k odběru řízků posouvá až na začátek července.

Pokud máme matečný sadební materiál pěstovaný v kontejnerech a je k dispozici vyhřívaný skleník, je možné matečnici přirychlit. Znamená to umístění matečnice do teplého skleníku již koncem ledna, odběr polovyzrálých řízků na konci dubna a aklimatizaci na venkovní podmínky již v průběhu července. Procento ujmavosti řízků se tímto postupem nezvýší, vytvoří se ale delší časový prostor pro aklimatizaci zakořeněných řízků. To může mít zvláště u buku pozitivní efekt na úspěšnost přezimování zakořeněných řízků. Tento náročnější, a tím i razší postup (přirychlování matečnic), může být efektivní u geneticky cenného množitelského materiálu, kde je zvýšení úspěšnosti přezimování o 10 – 20 % velmi významné.

### **3.2 Postup odběru letorostů k řízkování**

Z matečných stromků je nejvhodnější odebírat celé letorosty, a to odstříhnutím ostrými zahradnickými nůžkami v místě přechodu dvouletého a jednoletého dřeva. Konečná úprava řízků z letorostů se zásadně dělá až těsně před vlastním řízkováním (viz kap 5.2). Odebírají se zdravé, vitální a dostatečně vyztřálé boční výhony s kvalitními listy. Terminální výhony odebíráme jen u účelových matečnic, kde se s matečnými jedinci již nepočítá k využití při obnově lesa.

Vzhledem k letnímu období a citlivosti odebíraného rostlinného materiálu je nutné letorosty stříhat mimo dobu intenzivního slunečního svitu, nejlépe v ranních hodinách, tj. při vysoké vlhkosti a nižší teplotě. Odebrané výhony okamžitě po nastřihání umístíme do uzavřených přepravních obalů (např. plastových pytlů), abychom zabránili ztrátě vlhkosti a zamezili vadnutí listů. Obaly uchováváme zásadně ve stínu.

### **3.3 Manipulace s odebranými letorosty**

Odebrané jednoleté výhony co nejdříve přepravujeme na místo řízkování. Množitelský materiál dopravujeme zásadně v uzavřených obalech tak, aby nedošlo k jejich mechanickému poškození; na „pomačkání“ listů, a poškození báze letorostů je obzvláště citlivý dub. Při dopravě nesmí dojít k přehřátí a zapaření letorostů. Obecně platí, že řízky by měly být z letorostů odebraných v matečnici upraveny a umístěny v množárně během jednoho dne (čím kratší a šetrnější je manipulace s řízkem od odběru po vlastní řízkování, tím je větší úspěšnost zakořenění).

V krajním případě je u letních řízků buku s vyztřálějšími listy možné krátkodobé skladování v uzavřených obalech po dobu jednoho až dvou dnů při teplotě 2 – 4 °C. Před umístěním do množárny musí být tento rostlinný materiál po několik hodin aklimatizován na stinném místě,

při teplotě 10 – 15 °C. Skladování řízků dubu se vzhledem k vyšší citlivosti listů nedoporučuje.

#### **4. Ověřené typy a vybavení množáren**

Experimentálně bylo potvrzeno, že k zakořeňování řízků buku a dubu je možné efektivně využít jednoduché nevytápěné množárny typu pařenišť a fóliové kryty s upraveným stíněním, tzn. dostupné vybavení lesních školek.

##### **4.1 Stíněná pařeniště**

Pařeniště se osvědčila jako provozně lehce zvládnutelné typy množáren, kde je možné účinným stíněním poměrně jednoduše a spolehlivě usměrňovat mikroklima v pařeništním prostoru. (Zavadil 1986) Pařeniště může být z různých konstrukčních prvků (beton, borové fošny apod.) v rozměrovém modulu 1,5m x násobky 1 m, kdy je možné k přikrytí pařeniště použít klasická zasklená pařeništní okna.

Vnitřní výškový modul pařeniště musí zahrnovat:

- spodní drenážní vrstvu štěrku, min. 10 – 15 cm (v případě nepropustného podloží musíme zajistit z této vrstvy odtok přebytečné závlahové vody),
- konstrukce „vzduchového polštáře“ o min. výšce 10 cm (nejlépe pletivové rámy),
- výškový prostor pro sadbovače (10 – 15 cm), v nich zakořeňované řízky (15 cm) a volný prostor nad řízky (15 cm)

##### **4.2 Fóliové kryty**

Pro zakořeňování řízků buku a dubu je možné využít i běžné typy fóliových krytů s kaširovanou fólií. Tato technologie je účelná zejména při větším rozsahu množení. Ve srovnání s pařeništěm se však ve fóliovém krytu obtížněji udržuje vhodné mikroklima a jakákoliv technologická nekázeň se velmi rychle projeví v úspěšnosti zakořeňování. K nutnému dovybavení fóliového krytu náleží:

- Vnější přístínění fóliového krytu. Z dostupných materiálů je možné použít stínící umělohmotné sítě, maskovací vojenské sítě apod. Intenzitu přístínění je nutné upravit podle místních podmínek, především podle délky a intenzity přímého oslunění krytu. Intenzitou přístínění musíme zabránit přehřívání fóliového krytu přes 35 °C v situaci, kdy teplotu uvnitř krytu nelze snižovat větráním, ale pouze mlžící závlahou. Pokud je to možné, je ke snížení potřeby umělého stínění a omezení délky přímé sluneční radiace vhodné využít i konfigurace terénu, kulisy stromů nebo živých plotů apod.

- Drenáž v podloží fóliového krytu odvádějící přebytečnou závlahovou vodu.
- Konstrukce kvalitního „vzduchového polštáře“.
- Systém závlahy se stabilními rozvody závlahové vody s jemně mlžícími tryskami automatizovaně ovládané pomocí čidel nebo časového spínání.

V podmínkách fóliového krytu se osvědčila i metoda tzv. dvojího krytí s použitím speciální množárenské mléčné fólie (blíže v kap. 5.3.2). I v tomto případě musí část tepelné složky slunečního záření odfiltrovat kaširovaná fólie hlavního krytu, většinou doplněná i dalším vnějším stíněním. Zabránění přehřátí vzduchu je ale v tomto případě snazší, protože prostor vlastního fóliového krytu můžeme větrat (řízky jsou přikryty další fólií).

## 5. Technologický postup zakořeňování řízků buku a dubu

### 5.1 Pěstební obaly a substráty vhodné pro řízkování

Při tomto postupu jsou řízky zakořeňovány a druhý rok kontinuálně pěstovány v úzkých vysokých obalech s odkrytým dnem (kontejnerových sadbovačích). Použitelné jsou obaly různých typů, s minimální výškou 17 cm, min. objemem 0,25 l a ochrannými prvky proti vzniku deformací (vnitřní podélné žebrování, boční stěny přecházející bez výrazného zakřivení /zúžení/ v úplně odkryté dno).

Tyto obaly nasměrují kosterní kořeny podél vnitřního žebrování do vertikálního směru. Nezbytný je dokonalý „vzduchový polštář“, na němž jsou obaly při zakořeňování a pěstování umístěny, aby se zabránilo spirálnímu růstu kořenů nebo vytvoření smyčky vrácením kořenů zpět do obalu. Použití postupu, kdy jsou řízky zakořeňovány volně v substrátu (nebo v přepravkách), se ukázalo jako nevhodné, vzhledem k tendenci kosterních kořenů růst i po více roků nepřírozeným horizontálním směrem, což by mohlo později způsobit problémy se stabilitou stromků.

Zakořeňování a relativně dlouhé pěstování řízkovanců v obalech vyžaduje volbu odpovídajícího substrátu. Obecně platí, že čím vyšší jsou závlahové dávky, tím vzdušnější a propustnější musí substrát být. Důležité je udržování optimální vlhkosti s dostatkem vzduchu podporujícího růst kořenů. Nesmí tedy docházet k přemokření, případně až zbahnění substrátu. Volba optimálního složení zakořeňovacího média tak přímo souvisí s typem a vybavením množáren. V množárně, kde je vzhledem k méně dokonalému stínění nutná vyšší



intenzita a frekvence mlžení, je nutné používat v substrátu vyšší podíl inertních propustných materiálů (agroperlit, hrubší křemitý písek). Pokud lze mikroklíma v množárně udržet nižší frekvencí mlžení, tak lze použít nutričně bohatší substráty s vyšší retenční schopností. Pro zakořeňování buku a dubu v obalech je žádoucí co nejvyšší podíl živnější složky substrátu. Za optimální považujeme substrát, v němž je směs kvalitní vláknité rašeliny a agroperlitu v poměru 4 : 1.

## 5.2 Úprava řízků, aplikace stimulatorů a zapichování řízků do substrátu

Řízky do konečné velikosti a tvaru upravujeme z letorostů odebraných z matečnice až těsně před jejich zapichováním do obalů a umístěním do množárny. K hlavním zásadám při úpravě řízků patří:

- Řízky oddělujeme šikmým řezem v délce 10 – 15 cm, což představuje obvykle dva až tři bezlisté články (internodia). Důležité je použití kvalitních ostrých nůžek nebo zahradnického nože, aby řez byl hladký bez pletiv poškozených tlakem.
- Šikmý řez na spodní části řízku umísťujeme těsně pod nodem, z něhož vyrůstá list a kde se tvoří základ nového pupenu. V případě, kdy délka a kvalita letorostu umožňuje úpravu na více řízků, horní část řízku zastříhujeme těsně nad nodem. Pokud řízek stříháme z koncové části letorostu, je zakončen terminálním pupenem. Rozdělení letorostů na několik částí (řízků) umožňuje lepší výtěžnost matečnic. Přitom u vitálních řízků nejsou významnější rozdíly v jejich zakořeňování a dalším růstu řízkovanců (apikální dominance), ať použijeme řízky vrcholové s terminálním pupenem nebo řízky bazální, tj. ze spodní části letorostu.
- Důležitá není jen délka řízku, ale i velikost listové plochy. Na řízek buku ponecháváme 2 – 3 zdravé vitální listy, u dubu maximálně 4 listy.  
Nadbytečné listy ve spodní části řízků opatrně odstříháme tak, abychom nepoškodili základ pupenu v jejich úžlabí. Počet ponechaných listů musíme korigovat i podle toho, jak „vyplňují“ prostor nad sadbovačem, do něhož řízek zapichujeme (obr.9). Přílišné „zahuštění“ listů (obvykle u dubu) může komplikovat udržování vlhkosti v substrátu a může být problematické i z fytopatologického hlediska.

- Řízky stříháme pouze z vitálních, dostatečně vyzrálých letorostů s nepoškozenými kvalitními listy. V případě výskytu škůdců na listech (nejčastěji mšic) upravené řízky za příslušných hygienických opatření krátce namáčíme listovou plochou do roztoku insekticidu (např. Pirimoru).
- Při řízkování buku a dubu je nezbytné pro podporu tvorby kořenů použití stimulatorů. Nejčastěji používané syntetické stimulatory jsou:
  - ❖ kyselina indolyloctová (IAA),
  - ❖ kyselina inolylmáselná (IBA),
  - ❖ kyselina naftyloctová (NAA).

Syntetické stimulatory růstu se aplikují na báze řízků v tekuté formě (rozpuštěné v alkoholu nebo vodě), v práškové formě (směs stimulatoru s mastkem) nebo ve formě pasty (směs s lanolínem). Osvědčené jsou např. 1 – 2 % IBA v talku nebo směs 1 % IBA + 0,5 % NAA. (Radosta 1990) Perspektivní jsou i nově vyvíjené stimulatory PSH na bázi ekto mykorrhizních hub.

Uvedené kyseliny spolu s kyselinou nikotinovou jsou aktivními látkami v komerčních přípravcích, z nichž je pro řízkování vhodný např. práškový stimulator AS 1, nebo tekutý stimulator RS. V praxi provozního řízkování je jednodušší a rychlejší použití práškového stimulatoru, s nímž je jednoduchá manipulace. Čerstvou vlhkou řeznou plochu báze řízku „namočíme“ do stimulatoru a opatrně vložíme do pěstebního substrátu tak, abychom nesetřeli ulpělou vrstvičku. Do tekutého stimulatoru je nutné patky řízků na určitou dobu (danou návodem k použití) namočit.

*Poznámka: Dříve byl jako příměs k práškové formě stimulatoru doporučován fundazol pro fytopatologickou prevenci. Tento přípravek ale za určitých okolností retarduje růst kořenů, proto jeho použití nedoporučujeme.*

- Upravené řízky ošetřené stimulatorem opatrně zakládáme do jednotlivých buněk plastových sadbovačů naplněných vlhkým substrátem. Prosté zapichování řízků není vhodné, protože se často poškodí (zalomí) báze řízku. Velmi citlivé jsou na toto poškození řízky dubu. Proto je třeba vpichem vhodného předmětu (kolíčku) připravit otvor o hloubce 2 – 3 cm, řízek do něj vložit a otvor v celé délce uzavřít a zajistit kontakt řízku se substrátem.
- Všechny práce s přípravou řízků, aplikací stimulatorů a zakládáním řízků do sadbovačů musí probíhat v co nejkratším časovém úseku a na stinném místě, aby nedocházelo k vadnutí řízků. Pokud nejsou sadbovače s řízkem okamžitě přemístěny pod závlahu, je nutné navlhčit listovou plochu řízků alespoň ručními postřikovači. Přemístění sadbovačů do vhodných mikroklimatických podmínek by ale mělo v každém případě být co nejrychlejší.

## **5.3 Péče o řízky během zakořeňování**

### **5.3.1 Zakládání sadbovačů s řízky do množárny**

Sadbovače s řízky umístíme do množárny nejlépe přímo na konstrukce umožňující technologii „vzduchového polštáře“. Umístění sadbovačů přímo na drenážní vrstvu je sice možné po dobu, než začnou aktivně růst kořeny, ale to přináší (zvláště v pařeništích) zbytečné technické problémy s dodatečnou instalací konstrukcí (nejčastěji pletivových rámců) a zvyšuje riziko poškození zakořeňujících řízků při poklesu vlhkosti během této manipulace.

Okamžitě po navezení sadbovačů s řízky je třeba upravit mikroklima množárny (kap. 5.3.2) a nejpozději druhý den provést preventivní postřik fungicidy (kap. 5.4.3).

### **5.3.2 Udržování optimálních mikroklimatických podmínek v množárně**

Pro rychlou iniciaci tvorby kořenů u řízků jsou potřeba odpovídající vlhkostní a teplotní podmínky v množárně. Relativní vlhkost vzduchu v množárně má být trvale kolem 95 %, což prakticky znamená, že listy řízků jsou stále mírně vlhké. Nezbytná je rovněž stálá vlhkost zakořeňovacího substrátu, zamezit ale musíme jeho přemokření (zbahnění), kdy vzhledem k nedostatku vzduchu v substrátu se zhoršují podmínky pro tvorbu kořenů.

Optimální teplota vzduchu a substrátu je 20 – 25 °C, jako minimální teplota potřebná pro tvorbu kořenů je uváděna teplota substrátu 10 – 13 °C. Krátkodobé zvýšení teploty nad 30 °C (do 35 °C) jsou řízky buku a dubu schopny při dostatečné vlhkosti překonat bez ztráty na vitalitě. Dlouhodobější zvýšení teplot nad hranici 30 °C má však za následek přinejmenším retardaci růstu kořenů, teploty nad 40 °C již nevratně poškozují asimilační listovou plochu řízků.

Prostředkem k udržení optimální teploty v množárnách je především vnější stínění (blíže v kap. 4), částečně i jemně mlžící závlaha, sloužící především k udržení vysoké vzdušné vlhkosti. Pro účely řízkování jsou v obou typech popisovaných množáren (pařeništích i fóliových krytech) nejvhodnější závlahy s trubkovým rozvodem a mlhovkovými tryskami s co nejnižší intenzitou mlžení. Závlahový systém (zvláště ve fóliovém krytu) by měl být ovládán elektromagnetickými ventily v automatickém nebo alespoň poloautomatickém režimu, tj. pomocí čidel nebo časového spínání. Z různých typů čidel jsou podle našich zkušeností nejspolehlivější čidla spouštějící závlahu podle úrovně radiace. Intervaly mezi zavlažováními závisí na řadě již výše popsaných faktorů (radiace, intenzita závlahy apod.),

obvykle je třeba závlahu spouštět během denních hodin v intervalech 30 minut až několik hodin.

Pokud v množárně fóliového typu použijeme metodu „dvojitý krytí“, tzn. tunelů se speciální mléčnou fólií, je režim zavlažování odlišný. Tato fólie relativně dobře brání přehřátí přikrytého prostoru a spolehlivě udržuje vlhkost, proto není zapotřebí stálý přísun vody pomocí mlžících trysek. Fólie je na krátkou dobu snímána jen podle akutní potřeby, obvykle v týdenních intervalech, a to pro dovlhčení substrátu a listů včetně dalších pěstebních a ochranných opatření (hnojení, aplikace fungicidů apod.). Při použití této technologie je tedy možná i jednoduchá ruční závlaha.

I když je podle zahradnických zkušeností možné tunel z mléčné fólie vytvořit přímým přikrytím řízků na sadbovačích, je vhodné pomocí nízkých oblouků (nejlépe profily z umělé hmoty) zabránit přímému kontaktu fólie s listy řízků (fólie musí být ale těsně nad listy). Tento postup znázorněný na obr. 10 doporučujeme obzvláště při nedostatku zkušeností s popsanou technologií, nebo v případě, kdy je fóliový kryt výrazněji radiačně exponován.

#### **5.4 Použití hnojiv a pesticidů**

Vzhledem k tomu, že zakořeňené řízky pěstujeme v původních obalech i v následujícím roce, je nezbytné začít s přihnojováním již během zakořeňování řízků v množárně.

Přihnojování můžeme efektivně zajistit dvěma způsoby:

- ◆ Přimícháním pomalurozpustného granulovaného nebo práškového hnojiva do substrátu zakořeňovacích obalů, (*pomalé uvolňování živin z pomalurozpustných hnojiv nepůsobí negativně na iniciaci tvorby kořenů*).
- ◆ Aplikací foliárních hnojiv během zakořeňování, (*foliární hnojiva je účelné použít až v období tvorby kalusu a vizuálního začátku růstu kořenů, aplikace od začátku zakořeňování je málo efektivní*).

Podrobnější popis možných kombinací hnojiv v prvním a druhém roce pěstování řízkovanců je uveden v kap. 7.1.

Při zakořeňování řízků se neobejdeme bez pravidelné aplikace fungicidů. Preventivně je používáme v týdenních intervalech. Nutná je stálá kontrola a v případě výskytu houbových patogenů je nutný okamžitý postřik. Fungicidy je rovněž třeba pravidelně střídat, jinak rychle klesá jejich účinnost.

## **5.5 Otužování zakořeněných řízků**

Při dodržení výše uvedeného technologického postupu zakořeňování řízků buku a dubu je možné dosáhnout ve stíněných pařeništích a fóliových krytech během dvou až tří měsíců 70 – 90 % úspěšnosti zakořenění. Znakem kvalitního zakořenění je růst kořenů vyššího řádu a tzv. „kořenového vlášení“. Projevem obnovení celistvosti a celkové vitality zakořeněných řízků bývá vytvoření nových výhonů ještě v roce zakořenění. Obvyklý je tento jev u dubu. Průvodním jevem dobrého zakořenění to obvykle bývá u dubu. U buku se aktivní růst nadzemní části objevuje zřídka, nežádoucí je růst málo vyvinutých letorostů s prvky nanismu. Obecně je u nadzemní části významné udržení dostatečné asimilační plochy listů až do konce vegetace a vytvoření kvalitních pupenů.

Vlastní otužování zakořeněných řízků obvykle začíná v druhé polovině září a spočívá v postupném odstiňování množáren, snižování vzdušné vlhkosti větráním a nižší frekvencí závlah, tzn. v pomalém přizpůsobování řízků venkovním podmínkám.

Řízky zakořeňované pod dvojitým krytím (pod speciální mléčnou fólií bez mlžící závlahy) se vzhledem k rychlejšímu vyrovnání intenzity transpirace i rychleji aklimatizují na venkovní podmínky.

## **6. Přezimování zakořeněných řízků dubu a buku**

Zakořeněné řízky buku jsou citlivé na podmínky přezimování. Postupnými úpravami technologie se podařilo zvýšit úspěšnost po prvním přezimování z původních 20 % (Spethmann 1982) na 50 – 55 % (Jurásek 1996). Optimální je přezimování v bezmrazových podmínkách, např. v klimatizovaném skladu nebo polystyrenem zateplených pařeništích. Při testování jsme ověřili, že zakořeněné řízky buku lze relativně úspěšně (kolem 40 %) přezimovat i důkladným zazimováním ve fóliových krytech, kde teplota v prostoru obalů krátkodobě klesá pod bod mrazu.

Zakořeněné řízky dubu jsou méně citlivé na podmínky prvního přezimování než řízky buku. Při již poměrně jednoduchém zazimování je mortalita přes zimní období minimální (do 10 %). Je třeba ale upozornit, že pro přezimování řízků je teplota  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  kritickým bodem,

kdy v maloobjemových obalech dochází k výraznému poškození kořenů a velkým ztrátám. (jak ale prokázaly kontrolní varianty semenáčků, je tato teplota kritická pro sadební materiál v nechráněných menších obalech obecně). Proto je vhodné i řízkovance dubu během prvního zimního období zazimovat tak, aby byla dokonale kryta kořenová část v obalech (zasypání rašelinou) a částečně chráněna i část nadzemní.

## **7. Pěstování řízkovanců dubu a buku ve druhém roce, tj. po přezimování zakořeněných řízků**

### **7.1 Manipulace s řízkovanci po přezimování a postupy pěstování**

Po prvním přezimování je nutné řízkovance stimulovat v růstu umístěním do fóliového krytu. Pěstujeme je zde opět na „vzduchovém polštáři“ již běžným školkařským postupem (závlaha, větrání apod.). Možné způsoby přihnojování ve druhém roce věku jsou uvedeny v následující kapitole (7.2).

Dynamika obnovení růstu řízkovanců buku je na rozdíl od dubu znatelně pomalejší; řízkovance intenzivněji přirůstají až ve druhé vlně růstu, tj. koncem června. Proto je třeba řízkovance ponechat pod fólií až do fáze aktivního růstu, tj. zhruba do poloviny července. Pokud není možné řízkovance dále pěstovat na původním místě (po sejmutí plachty z fóliového krytu), je třeba je přemístit a dále pěstovat pod závlahou na venkovním úložišti.

Ve druhém zimním období je odolnost řízkovanců buku již obdobná jako u běžného sadebního materiálu ze semene tzn., že snášejí běžnou manipulaci. Pro ochranu před extrémními mrazy je třeba zabránit průniku studeného vzduchu mezi obaly zazimováním (platí obecně pro listnáče v malých obalech při silných mrazech).

Během druhého roku pěstování není reálné u řízkovanců buku (1,5+0) dosáhnout kvality potřebné k výsadbě podle ČSN 48 2115. Ověřené postupy dopěstování v dalších letech jsou uvedeny v kap. 8.

I u řízkovanců dubu je po prvním přezimování velmi efektivní a potřebné pěstování ve fóliovém krytu, čímž lze výrazně urychlit jejich růst. Pěstování na venkovním úložišti je účelné až v letním období .

Při optimálních podmínkách zakořeňování a dopěstování je reálné dosáhnout parametrů potřebných pro výsadbu na holinách (podle ČSN 48 2115) již ve druhém roce (1,5 + 0). Obvyklejší zřejmě ale bude ještě další roční pěstování ve školce, čímž již lze získat relativně silný sadební materiál (blíže v kap.8).

Poznámka: Při porovnávání dosažené výšky a průměru krčků u dvouletých řízkovanců (platí pro buk i dub) s materiálem generativního původu je nutné si uvědomit, že řízek je v prvním roce pouze v letním období zakořeněn a vytváří v necelé polovině vegetačního období funkční vazby mezi kořeny a nadzemní částí. Řízkovanec 1,5+0 je proto růstově srovnatelný s jednoletým semenáčkem

## 7.2 Optimalizace výživy řízkovanců

Optimální přísun živin je při zakořeňování řízků dubu a buku velmi důležitý a má podstatný vliv na úspěšnost prvního přezimování. Právě nedostatek zásobních látek je zřejmou příčinou neobnovení růstu kořenů řízkovanců a s tím spojených ztrát po prvním přezimování. Proto je nezbytné s přihnojováním začít již při zakořeňování řízků v množárně (viz kap. 5.4). Řízky buku a dubu zakořeňujeme v obalech, ve kterých je dále pěstujeme i v druhém roce. Z toho musí zákonitě vycházet i postupy hnojení, které jsou v obou letech vzájemně provázány, zvláště pokud použijeme pomalurozpustná hnojiva s dlouhodobějším účinkem. Řízkovance dubu a buku mají sice podobnou dynamiku zakořeňování řízků a tvorby kořenů, funkčnost kořenů se ale rychleji obnovuje u dubu. Tento fakt se projevuje následně i podstatně menšími ztrátami při přezimování a rychlejším obnovením růstu řízkovanců na jaře. I když základní schéma a možnosti kombinace hnojiv jsou u obou dřevin podobné, přece jen existují určitá specifika. Například u řízkovanců buku v druhém roce pěstování je třeba více opatrnosti vzhledem k nižší funkčnosti a citlivosti kořenů. Naproti tomu u řízkovanců dubu může být postup přihnojování razantnější, čímž lze v některých případech dosáhnout i růstových parametrů potřebných pro výsadbu na holiny. Následující schémata možných postupů hnojení jsou proto vzhledem k těmto menším, ale významným rozdílům, uvedena odděleně.

### 7.2.1 Přihnojování řízkovanců dubu v prvním a druhém roce jejich věku

1. Přihnojování je potřebné jak v prvním, tak druhém roce (tj. při zakořeňování řízků i pěstování řízkovanců po přezimování), přičemž lze podle dostupnosti použít jak pevná pomalurozpustná, tak tekutá (foliární) hnojiva.
2. Pevná hnojiva se v prvním roce přimíchávají do substrátu před vlastním řízkováním, v druhém roce se na jaře po obnovení růstu řízkovanců umísťují rovnoměrně na povrch jednotlivých buněk sadbovačů. Přidávání pevného pomalurozpustného hnojiva na povrch obalů během zakořeňování řízků v prvním roce se neosvědčilo. Použití

pomalurozpustného hnojiva pouze v prvním roce je u dubu obvykle nedostačující (např. i u hnojiva s uváděnou dobou rozpadu 16 – 18 měsíců).

Pozn. Uváděná doba rozpadu se v podmínkách množárny (vysoká vlhkost a teplota) obvykle urychluje. Je třeba upozornit, že při nedokonalém stínění množárny, a s tím souvisejících extrémně vysokých teplotách kolem 30°C a současně i vysokých hnojivých dávkách, může být koncentrace uvolňovaných živin toxická.

3. Foliární hnojiva začínáme u řízků dubu v prvním roce aplikovat ve fázi tvorby kalusu a vizuálního začátku růstu kořenů, v druhém roce po vyrašení listů a obnovení růstu nadzemní části.
4. Jako velmi účinné se jeví kombinace foliárního hnojiva podporujícího vysokým obsahem vodorozpustného fosforu tvorbu kořenů (např. Kristalon žlutý) v prvním roce a pomalurozpustného plného hnojiva se střední dobou rozpadu (např. Osmocote 8-9 měsíců) v roce druhém. Velmi efektivní je i kontinuální použití pomalurozpustného hnojiva s dlouhou dobou rozpadu (v prvním i druhém roce), např. Osmocote 16-18 měsíců. Relativně účinné je i kontinuální hnojení foliárními hnojivy v 1. a druhém roce (např. hnojiva řady Kristalon).

### **7.2.2 Přihnojování řízkovanců buku v prvním a druhém roce jejich věku**

- řízkovance buku jsou poměrně citlivé na nadměrný přísun živin v jarním období po prvním přezimování, kdy relativně pomalu obnovují růst, a tím i aktivní spotřebu živin. Proto je potřeba začít s přihnojováním až ve fázi, kdy řízkovance vyraší a začínají aktivně přirůstat. V tomto období bychom měli zamezit teplotám v množárně nad 30°C, kdy se výrazně zvyšuje rychlost rozpadu granulovaných pomalurozpustných hnojiv umístěných na povrchu.
- Kontinuální hnojení pomalurozpustnými hnojivy v prvním a druhém roce je sice výhodné, nese s sebou ale rizika uvedená v předchozím odstavci. Při použití těchto hnojiv obvykle postačuje aplikace pevného hnojiva v prvním roce, v případě potřeby je možné doplňkově v druhém roce použít foliární hnojení.
- Pokud používáme kombinaci hnojení, kdy v prvním roce aplikujeme foliární hnojivo (např. Kristalon žlutý podporující růst kořenů) a v druhém roce pomalurozpustné hnojivo, je provozně bezpečnější aplikovat potřebnou dávku pevného hnojiva ve dvou termínech: první po obnovení růstu řízkovanců a druhou před další fází růstu (např. Kristalon žlutý).



Kombinace speciálního tekutého hnojiva s vyšším obsahem fosforu v prvním roce a pomalurozpustného plného hnojiva v druhém roce je velmi účinnou kombinací hnojení.

- Kontinuální použití foliárního hnojení v prvním a druhém roce je u řízkovanců buku obvykle méně účinné.

## **8. Postupy dopěstování řízkovanců buku a dubu do stadia výsadbyschopnosti**

Experimentálně bylo potvrzeno, že po dvou vegetačních obdobích, tj. 1,5 roku po zařízkování, je možné řízkovance buku a dubu již pěstovat stejnými postupy (tj. školkováním, osazováním do větších obalů) jako sadební materiál generativního původu. Vzhledem k tomu, že je při školkování minimálně narušen kořenový systém (školujeme tzv. plugy), je šok a retardace růstu po zaškolkování minimální.

I když je při zakořeňování řízků a pěstování řízkovanců buku a dubu v druhém roce používán vzduchový polštář, může u části obalů dojít ke kontaktům s podložkou (např. na vzduchovém polštáři tvořeném rámem s pletivem u jedinců na kraji rámu) a vzniku deformací kořenů (spirální růst kořenů, „vracení“ kořenů zpět do obalu). V takovém případě je nutné u plugů před školkováním nebo přesazováním do větších obalů odříznout deformované kořeny tak, že se ostrým nožem odřízne ca 1 cm spodní části kořenového balu. I když se podobně jako u klasického podřezávání kořenů poněkud zpomalí růst řízkovanců bezprostředně po školkování nebo přesazení, je tento zásah plně kompenzován vyloučením deformací kořenů a intenzivnějším růstem v následujících letech.

Řízkovance buku a dubu nevyžadují po zaškolkování zvláštní péči a je možné je zavlažovat obvyklým způsobem jako semenáčky, tzn. doplňkovou závlahou. Výjimkou je samozřejmě období těsně po zaškolkování, kdy je sadební materiál jakéhokoliv druhu na nedostatek vláhy citlivý.

Pokud řízkovance přesazujeme k dopěstování do větších typů obalů, je opět na úložištích se závlahou třeba použít metodu „vzduchového polštáře“. U neprorůstavých typů obalů jsou nezbytné prvky zamezující deformacím kořenů, tj. vnitřní podélná žebra a odkryté dno.

Při další pěstební péči o prostokořenné a obalené řízkovance používáme hnojiva a pesticidy podobně jako u sadebního materiálu generativního původu. Rovněž kvalita výsadbyschopných řízkovanců je posuzována jako u sadebního materiálu generativního původu. (Standardy podle ČSN 48 2115).

Optimální dobu pěstování ve školce a velikost řízkovanců pro výsadby můžeme zpětně odvozovat od jejich ujímavosti a růstu na holinách. Z dosud získaných poznatků vyplývá:

- U řízkovanců buku je vzhledem k pomalejšímu růstu velmi obtížné dosáhnout během dvou let (1,5+0) parametrů vhodných pro výsadbu. Z pokusů vyplývá, že v tomto věku není ještě řízkovanec buku plně připraven na šok při přesazení na holiny (ztráty až 50 %, nízká dynamika růstu po několik následujících let).
- Naopak velmi dobré výsledky po výsadbě na holiny jsou v tom případě, pokud byly řízkovance buku dál pěstovány ve školce, a to přesazením do obalů (1,5+1k) nebo školkováním(1,5+1; 1,5+2,. U řízkovanců pěstovaných ve školce po více roků je vhodným pěstebním opatřením tvarování, tj. ořez bočních větví narušujících apikální dominanci terminálu.
- Ve venkovních výsadbách se prokázala i velmi dobrá ujímavost poloodrostků řízkovanců buku (1,5+2+1, příp. i 1,5+2+2). Poloodrostky je rovněž účelné tvarovat k podpoře výškového přírůstu terminálního výhonu.
- Morfologické a fyziologické kvality potřebné pro výsadbu na holiny je u řízkovanců dubu možné výjimečně dosáhnout již na konci druhého roku věku (1,5+0). Výsadba mladších jedinců, např. v létě druhého roku, se neosvědčila (ztráty až 40 %, několik let trvající retardace růstu).
- Velmi kvalitní řízkovance dubu lze dopěstovat již za rok po zaškolování nebo osázení do obalů (1,5+1, 1,5+1k). Tento sadební materiál má velmi dobrou ujímavost a růst na holinách.

Pokud je k výsadbě potřeba silný sadební materiál, je možné řízkovance dubu ve školce pěstovat déle jako silné sazenice až do velikosti poloodrostků (1,5+2, 1,5+2+1). Tento sadební materiál je rovněž potřebné tvarovat ořezem.

*Pozn. Označení věku a způsobu pěstování je podle ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin.*

# **PĚSTOVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU BOROVICE LESNÍ (PINUS SYLVESTRIS L.) ZKRACOVÁNÍM NADZEMNÍ ČÁSTI**

**Oldřich Mauer**

## **1. Úvod a cíl práce**

Základními technologiemi pěstování sazenic lesních dřevin jsou školkování, podřezávání kořenového systému a na stejném biologickém principu užívané zakořeňování. Všechny tyto technologie mají společný cíl – zkvalitnit kořenový systém, stimulovat tloušťku kořenového krčku a zlepšit poměr kořenového systému k nadzemní části. V evropských školkách spíše výjimečně, ve školkách severoamerického kontinentu poměrně častěji, se užívá i další technologie pěstování, a to zkracování nadzemní části. Tato technologie je v širším měřítku uplatňována při pěstování listnáčů, z jehličnatých dřevin při pěstování borovice Elliotovy, kadidlové a ježaté. Cílem práce bylo ověřit, zda technologii zkracování nadzemní části lze uplatnit i při pěstování borovice lesní.

## **2. Rozbor problematiky**

Z poměrně rozsáhlé literatury, která je věnovaná zkracování nadzemní části listnáčů (většinou specifických pro Severní Ameriku), lze jednoznačně vyvodit tyto závěry:

- zkrácením nadzemní části se výrazně zlepšil poměr objemu KS k objemu NČ,
- obzvláště na suchých stanovištích se zkrácené rostliny lépe ujímají,
- zkrácené rostliny mají větší výškový přírůst a nejpozději do pěti let po výsadbě se výškově vyrovnají vysazovaným nezkracovaným odrostkům,
- zkracování nemá žádný dlouhodobý negativní dlouhodobý vliv na tvar kmene; nejpozději do pěti let po výsadbě je vytvořen dominantní terminální výhon (výjimkou ovšem jsou druhy se vstřícně postavenými pupeny, které velmi často tvoří dvojáky a je nutná další tvarování po výsadbě),
- nebyly zjištěny žádné dlouhodobé vlivy zkracování na fyziologii rostlin,

- zkracování má pozitivní vliv na ekonomiku přepravy a skladování sadebního materiálu – náklady lze snížit až o 40 %,
- vlastní technologie zkracování:
  - zkracují se jednoletky i dvouletky; mají-li nezkrácené rostliny výšku do 60 cm, jsou zkracovány na 20 – 25 cm, při výšce nad 60 cm jsou zkracovány na 40 – 45 cm,
  - doba zkracování – měsíc před vyzvednutím, počátkem podzimu, v době vyzvedávání (rostliny vždy v dormanci),
  - i když lze zkracovat ručně, naprosto převažujícím je zkracování rotačními sekačkami (řez musí být hladký, krátký a neotřepený),
  - po řezu se celoplošně aplikuje fungicid.

Biologické principy zkracování sadebního materiálu listnatých dřevin a téměř shodná technika aplikace byly uplatněny (nebo alespoň doporučeny) v Evropě i naší republice, nikoliv však při pěstování sadebního materiálu v lesních školkách, ale po výsadbě listnáčů na suchá stanoviště nebo v období silného přisušku po výsadbě.

Z rozboru literatury věnované pěstování sadebního materiálu borovice zkracováním nadzemní části (a osobních zkušeností školkařů, kteří se této technologii věnují), lze vyvodit tyto jednoznačné závěry:

- zkrácením se zlepšuje poměr KS k NČ,
- zkrácením lze dosáhnout větší morfologickou homogenitu pěstovaných rostlin (původně nižší rostliny jsou po zkrácení okolních rostlin uvolněny),
- výškový přírůst zkrácených i nezkrácených rostlin se vyrovná do tří let,
- do tří let po výsadbě se redukuje počet vrcholů u zkracovaných rostlin na jeden dominantní terminál.

Rozporné a nejednoznačné výsledky jsou zejména v tom, zda zkrácení stimuluje tloušťkový růst kořenového krčku a další růst kořenového systému.

Vlastní technologie zkracování pěstovaných borovic:

- zkracují se zejména jednoletky, výjimečně dvouletky,
- zkracování je jednorázové nebo třífázové (v polovině července na výšku 10 cm, v polovině a na konci srpna – vždy na výšku 15 cm; hotové „prodejné“ rostliny mají výšku 25 – 30 cm,
- zkracuje se nesenými rotačními sekačkami; rovněž i u borovice má být řez hladký, krátký a neotřepený, po řezu se celoplošně aplikuje fungicid.

### 3. Metody a použitý materiál

Testována byla borovice lesní (*Pinus sylvestris* L). Zkracování bylo uskutečněno souběžně ve třech školkařských provozech, výsadba na dvou stanovištích. Vzhledem k tomu, že dosažené výsledky byly naprosto shodné, v tabulkové části práce jsou uvedeny výsledky jednoho ověřování.

Testování bylo uskutečněno na dvouletých a tříletých semenáčcích a čtyřletých sazenicích. Ve všech případech byla realizována stejná doba a způsob řezu - dekapitace (řez byl ruční):

- 1. seříznutí – těsně před rašením – odříznuta terminální rozeta,
- 2. seříznutí – druhá polovina května – zkrácen na polovinu tohoroční přírůst terminálu (charakteristika – jehlice ve spodní části přírůstu jednotlivé a volné, v horní části přírůstu neuvolněné a zcela pokrývající stonek),
- 3. seříznutí – druhá polovina června – zkrácen na polovinu tohoroční přírůst terminálu (charakteristika – počátek tvorby terminální rozety).

V tabulkách jsou doba hodnocení a doba a způsob řezu vyjádřeny schematicky, např. 3 1 / 3 / 3. - 3 1 znamená, že výsledky jsou uváděny u tříleté rostliny na konci vegetačního období, 3 vyjadřuje, že seříznutí bylo uskutečněno ve 3. roce jejího růstu a 3. vyjadřuje, že bylo realizováno 3. seříznutí (viz výše). U varianty 3 1 / K - 3 1 znamená, že výsledky jsou uváděny u tříleté rostliny na konci vegetačního období, K charakterizuje, že jde o kontrolu, tudíž o rostliny s nezkracovanou nadzemní částí.

U každé varianty bylo měřeno min. 120 rostlin a všechny varianty měly vždy trojnásobné opakování.

Reakce rostlin v dalších letech po zkrácení nadzemní části byla ověřována jejich ponecháním na záhonech školky a výsadbou do lesních porostů. Pro výsadbu byla zvolena sušší stanoviště a celkově byl rok po výsadbě značně suchý. Vzhledem k tomu, že z předchozích analýz nám bylo známo (viz výsledky), že zkracování pozitivně neovlivňuje poměr kořenového systému k nadzemní části, byla v některých variantách ověřování uskutečněno další tvarování nadzemní části – při výsadbě bylo ručně odříznuto 50 % větví posledního přeslenu.

Výsledky byly zpracovány běžnými statistickými metodami, průkaznost výsledků jednotlivých variant ke kontrole byla ověřována T-testem (+ výsledky statisticky průkazné, - výsledky statisticky neprůkazné). V textu i tabulkách je nadzemní část označována zkratkou NČ, kořenový systém KS.

#### 4. Výsledky (viz tab. 1 až 3)

##### 1. Regenerace nadzemní části po dekapitaci

Dvouleté, tříleté i čtyřleté rostliny reagovaly na dekapitaci nadzemní části shodně:

- po 1. seříznutí se pod místem řezu vytvořilo několik větví, z nichž většina se snažila zaujmout postavení terminálního výhonu; v druhém roce po zásahu jedna z nich toto postavení zaujala,
- po 2. seříznutí se pod místem řezu vytvořilo několik větví, z nichž většina se snažila zaujmout postavení terminálního výhonu; pozici terminálního výhonu se snažily zaujmout i některé větve přeslenu pod místem řezu. V druhém roce po zásahu u dvouletých a tříletých rostlin postavení terminálu zaujala jedna z větví vyrůstající v místě řezu, u čtyřletých rostlin však vždy postavení terminálu zaujala jedna z větví přeslenu pod místem řezu (původní terminál, včetně regenerovaných větví, ztratil svoji pozici a postupně odumírá, tím se však vytvořil velmi neprůběžný kmen),
- po 3. seříznutí se pod místem řezu vytvořilo do konce vegetačního období pouze několik pupenů různé velikosti. V následujícím roce z těchto pupenů, ale i pupenů vizuálně nediferencovaných, prorostly větve; z velkých pupenů větve delší, z malých pupenů větve kratší (počet vytvořených větví byl u tohoto zásahu dvojnásobně větší než u zásahů jiných); v tomto roce nebylo ještě vždy zjevné, která z delších větví zaujme pozici terminálu. Terminál byl jednoznačně vytvořen až třetím rokem po zásahu.

Lze tedy obecně konstatovat, že nejpozději třetím rokem po zásahu rostliny vytvořily jasný terminální výhon a s výjimkou 2. seříznutí u čtyřletých sazenic mají rostliny průběžný kmen (odchylky do 1 cm se rychle vyrovnávají a tři roky po zásahu již není vizuálně zřejmé místo dekapitace).

## 2. Celková reakce rostlin na dekapitaci v roce zásahu

Z výsledků vyplývá, že stejně jako u morfologické regenerace nadzemní části byla zjištěna i shodná celková reakce rostlin na dekapitaci, a to bez ohledu na dobu řezu či stáří zkracovaného sadebního materiálu:

- dekapitace výrazně snížila výškový i tloušťkový přírůst,
- dekapitací byl inhibován i růst kořenového systému. U dvouletých rostlin všechny způsoby řezu vyvolávají výrazné zvýšení nepoměru objemu kořenového systému k objemu nadzemní části; je-li zásah uskutečněn ve třetím roce věku rostliny, poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části je shodný s kontrolou,
- dekapitace, ale ani její způsob, neovlivnila počet větví přeslenu pod místem řezu,
- způsob seříznutí neměl zásadní vliv na počet regenerovaných větví (pupenů) a ani délka zóny, na níž se regenerace uskutečňuje, nebyla způsobem seříznutí ovlivněna,
- u 1. a 2. seříznutí byla u části rostlin zjištěna minimální tvorba pupenů mezi zónou regenerace a přeslenem pod místem řezu (ani v jednom případě z těchto pupenů neprorostly větve).

## 3. Celková reakce rostlin na dekapitaci v druhém roce po zásahu

Vzhledem k tomu, že byla zjištěna nevhodnost zkracování nadzemní části ve druhém roce růstu rostlin (zejména výrazná inhibice růstu kořenového systému), byly dalšímu sledování v lesní školce podrobeny pouze rostliny zkracované ve třetím a čtvrtém roce jejich růstu (rostliny byly ponechány na záhonech). Z těchto analýz vyplývá:

- i druhým rokem po zásahu všechny způsoby řezu inhibovaly výškový a tloušťkový přírůst,
- zajímavým je zjištění, že pouze rostliny po třetím seříznutí se vyrovnaly poměrem objemu kořenového systému k objemu nadzemní části rostlinám kontrolním,
- i druhým rokem po zásahu prorůstaly v místě dekapitace u prvního a druhého řezu další větve,
- žádný z řezů výrazně neovlivnil počet větví přeslenu nad místem řezu.

## 4. Reakce zkracovaných rostlin po výsadbě do porostu

Z analýzy výsadby kontrolních, zkracovaných i tvarovaných rostlin vyplývá:

- rostliny vypěstované zkracováním nadzemní části měly v porovnání s rostlinami kontrolními nepoměrně větší ujmavost a dva roky po výsadbě většina z nich i dominantní terminál,
- důvodem pro větší ujmavost zkracovaných rostlin nebyla jejich „lepší“ kvalita, ale ten fakt, že měly podstatně menší nadzemní část – menší asimilační aparát, tudíž i ztráta vody transpirací u nich byla podstatně menší,



Tab. 1 Reakce rostlin na dekapitaci v roce zásahu

Varianta	% rostlin s domin. term.	Počet větví přeslenu pod místem řezu (ks)	Místo řezu		
			počet pupenů (ks)	počet větví (ks)	délka zóny růstu pupenů a větví (mm)
2I/K	100	2,5	-	-	-
2I/2/1.	0	3,2-	0	2,0	21
2I/2/2.	0	2,8-	0	2,8	16
2I/2/3.	100	2,8-	5,0	0	15
3I/K	100	8,4	-	-	-
3I/3/1.	0	-	0	3,2	22
3I/3/2.	0	6,2-	0	2,8	15
2I/3/3.	68	6,6-	7,7	0	20

Tab. 1 - pokračování

Varianta	Výška NČ (cm)	Průměr koř. krčku (mm)	Objem		
			NČ (ml)	KS (ml)	KS:NČ
2I/K	19	4,3	20,3	5,3	0,26
2I/2/1.	10+	3,4+	9,9+	1,4+	0,14+
2I/2/2.	10+	2,5+	9,7+	1,8+	0,16+
2I/2/3.	12+	3,3+	11,6+	2,2+	0,18+
3I/K	51	9,5	75	19	0,26
3I/3/1.	26+	6,4+	25+	6+	0,24-
3I/3/2.	32+	7,7+	37+	9+	0,21-
2I/3/3.	34+	7,6+	42+	10+	0,23-

Tab. 2 Reakce rostlin na dekapitaci v druhém roce po zásahu

Varianta	% rostlin s domin. termin.	Počet větví v místě řezu (ks)	Počet větví posledního přeslenu (ks)	Délka termin. (cm)
4I/K	100	-	5,6	38
4I/3/1.	100	6,5	4,3-	33-
4I/3/2.	100	5,3	3,7-	37-
4I/3/3	83	11,9	-	19+
5I/K	100	-	4,3	42
5I/4/1.	100	7,1	7,1+	44-
5I/4/2.	92	4,5	3,3-	42-
5I/4/3.	95	12,7	-	27+

Tab. 2 - pokračování

Varianta	Výška NČ (cm)	Průměr koř. krčku (mm)	Objem		
			NČ (ml)	KS (ml)	KS:NČ
4I/K	72	16	140	52	0,37
4I/3/1.	56+	12+	81+	21+	0,25+
4I/3/2.	61+	13+	99+	19+	0,19+
4I/3/3	43+	12+	52+	17+	0,33-
5I/K	93	20	175	66	0,37
5I/4/1.	80-	14+	133-	29+	0,22+
5I/4/2.	77+	14+	123+	26+	0,21+
5I/4/3.	68+	15+	107+	39+	0,36-

Tab. 3 Obnova kontrolními, zkracovanými a dále tvarovanými semenáčky

Varianta	Poměr KS:NČ	Ztráty (v %)		% rostlin s domin. terminálem	
		12. měs.	24. měs.	12. měs.	24. měs.
3+0	0,25	87	91	100	100
3l/3/3.	0,25	27	30	67	94
3l/3/3. + přeslen	0,55	14	18	83	98
3+0 + přeslen	0,40	16	20	100	100

Pozn. + přeslen - při výsadbě odříznuto 50 % větví posledního přeslenu

- tvarováním (odříznutím 50 % větví posledního přeslenu) byl nejen podstatně snížen objem nadzemní části rostlin, ale tímto zásahem byl zlepšen i poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části; proto i u pouze tvarovaných semenáčků byly po výsadbě dosaženy lepší výsledky než u kontroly,
- dalším tvarováním zkracovaných rostlin bylo dosaženo rychlejší tvorby dominantních terminálů.

## 9. ZÁVĚRY

Komparací výsledků dosažených při pěstování a užití sadebního materiálu borovice lesní zkracováním nadzemní části lze vyvodit tyto závěry:

- zkracováním nelze zlepšit morfologické parametry sadebního materiálu ve smyslu kvality sadebního materiálu dané příslušnou normou,
- zkracování jednoletek nemá smysl – jsou příliš malé,
- zkracování dvouletek je rovněž neopodstatněné, neboť běžná kvalita dvouletých semenáčků a sazenic je pro podmínky obnovy Střední Evropy odpovídající a navíc zkracování rostlin ve druhém roce jejich růstu výrazně zhoršuje poměr kořenového systému k nadzemní části; tzn. inhibuje růst kořenového systému,
- zkracování lze uplatnit pouze u tříletých rostlin, tzn. atypického sadebního materiálu, když jeho hlavním smyslem bude zmenšit objem nadzemní části vysazovaných rostlin a tím vytvořit předpoklady pro jeho větší ujímavost po výsadbě (menší ztráta vody transpirací),
- z uplatněných technik řezu se nejlépe osvědčilo zkracovat terminál v období těsně před vytvořením terminální rozety, zkracování v této fázi má nejmenší negativní vliv na další růst rostlin, včetně eventuální tvorby netvárných kmenů,
- pěstování sadebního materiálu borovice lesní zkracováním nadzemní části (popsanými technologickými postupy) nebude běžnou technologií školkařských provozů střední Evropy; borovice zkracované ve školkách severoamerického kontinentu mají naprosto odlišné růstové vlastnosti a porosty z nich vypěstované slouží převážně jako plantáže.

## PĚSTOVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU NA STRES

Oldřich Mauer, Petra Mauerová

Působením antropogenní činnosti i změnou průběhu počasí se stále více mění stanovištní podmínky pro výsadbu dřeviny. Často se potom stává, že po výsadbě standardního sadebního materiálu dochází k velkým ztrátám, často až k úplnému neúspěchu obnovy. Jednoznačně proto musí vyvstat otázka – lze již při pěstování sadebního materiálu v lesních školkách pěstovat sadební materiál tak, aby byl na málo vhodné stanovištní podmínky (stres) připraven? Cílem příspěvku je seznámit s výsledky některých takových ověřování. Tato byla realizována v průběhu několika let a všechna byla uskutečněna tak, aby nemuselo být zásadním způsobem měněno vybavení školky, rovněž nebyly použity fytohormony nebo geneticky upravené rostliny. Výběr testovaných druhů dřevin byl zvolen tak, že v případě, kdyby daný stres nenastal, daný druh našich hlavních dřevin by na daném stanovišti normálně odrůstal. Kontrolou vždy byly stejné rostliny pěstované bez navozeného stresu (v tabulkách výsledků označeny K nebo slovem kontrola). Bližší metodické postupy ověřování jsou popsány přímo u jednotlivých stresů. Pro přehlednost výsledků jsou s výjimkou ztrát všechny další výsledky uváděny relativně (procenticky) ke Kontrole. Při metodicky jednoduchém ověřování nebo jednoznačných výsledcích jsou ve slovním komentáři uváděny pouze tendence výsledků, v opačném případě jsou ve slovním komentáři uváděny i další číselné údaje.

### Zasolené půdy

Poškození rostlin po výsadbě je vyvoláno dvěma aspekty – velkým obsahem soli v půdě a působením solanky (rozsol soli ve vzduchu). Oba aspekty byly ověřovány, na zasolení byla použita technická sůl.

Velký obsah soli v půdě. Rostliny byly pěstovány v ph půdě, obsah humusu 4%, zásoba živin střední. Půda byla jednorázově na podzim před sítí nebo školkováním prolita roztokem vody se solí (1 kg soli na 10 m<sup>2</sup> půdy). Rostliny byly pěstovány dvěma způsoby. V prvním případě byly na zasolené půdě pěstovány od síše, v druhém případě byly do zasolené půdy zaškolčovány běžným způsobem vypěstované semenáčky. Výsadba byla realizována do ph půdy, LT 4K3, která byla na podzim před jarní výsadbou stejně jako ve školce prolita roztokem vody (1 kg soli na 10 m<sup>2</sup> půdy). Testovanými dřevinami byly borovice lesní a dub zimní. Z tabulek výsledků (1a, 1b) lze vyvodit tyto hlavní závěry. Budeme-li pěstovat sadební materiál na zasolení od semenáček, rostliny jsou podstatně odolnější (ale je malá výtěžnost osiva), než jsou-li na stres pěstovány pouze od jejich zaškolčování. Žádný ze zvolených postupů pěstování nevytěžoval odolnou borovici. Je-li dub pěstován v zasolené půdě od síše, po výsadbě poměrně dobře odrůstá a má i poměrně přijatelné ztráty (celkové ztráty bez ztráty osiva 41 %).

Aplikace soli na nadzemní část. Rostliny (semenáčky) byly pěstovány v ph půdě, obsah humusu 4 %, zásoba živin střední. Na celou nadzemní část rostliny byl aplikován postřik roztoku soli (koncentrace 3,0 %) – v zimě, na jaře v době pukání pupenů a souběžně v zimě i na jaře. V každém období byl postřik aplikován 3x ve dvoudenních intervalech. Stejně byl aplikován roztok soli každoročně (po tři roky) na rostliny po výsadbě. Výsadba byla realizována do ph půdy, bez kontaminace solí, LT 4K3. Testovanými dřevinami byly borovice lesní a dub zimní. Z realizovaných šetření vyplývá (tab. 2), že již první aplikace solanky v jarním období vyvolává téměř stoprocentní mortalitu rostlin. Borovice solance vůbec neodolává. Dub zimní solance relativně odolává, ale rostliny musí být takto stresovány již při pěstování sadebního materiálu ve školce od zimního období.

### Půdy s velkým obsahem draslíku

Při výsadbě standardního sadebního materiálu do půdy s větším obsahem jednoho prvku se stává, že rostliny po výsadbě málo přirůstají a postupně hynou. Ověřování (výsadba) bylo realizováno na půdách, kde obsah draslíku byl 3x větší, než udávají tabulkové hodnoty pro pěstování sadebního materiálu v lesních školkách (h půda, LT 5S1). Sadební materiál pro testování (BK 1+1, SM 2+2) byl pěstován ve školce s pH půdou, obsahem humusu 3 %, středně zásobou živinami. Sadební materiál byl pěstován těmito způsoby:

- Do školky byla dovezena půda z ověřované lokality a sadební materiál byl pěstován celou dobu pouze v této půdě.
- Půda ve školce byla přihnojována draslíkem (ve formě síranu draselného) – tak, aby překračovala optimální hodnoty tohoto prvku 1x, 2x a 3x. Vzhledem k tomu, že testovaným sadebním materiálem byly školkované sazenice, síran draselný byl dodáván jednorázově před sítí a školkováním, nebo byl dodáván postupně v průběhu celého pěstování rostlin (každoročně ve dvou dávkách).
- Sadební materiál byl pěstován v půdě školky bez jakékoliv její úpravy – rostliny kontrolní.

Z tabulky 3 vyplývají tyto závěry:

- Při pěstování sadebního materiálu v lesní školce nebyly zjištěny žádné rozdíly ve ztrátách nebo růstu testovaných rostlin v jednotlivých variantách jejich pěstování, výjimkou byly podstatně menší růst rostlin pěstovaných v dovezené půdě. Rozdíly v růstu nastaly až po jejich výsadbě do porostu.
- Po výsadbě nejlépe a bezproblémově odrůstají sazenice vypěstované v dovezené půdě. Jim se zcela vyrovnají sazenice hnojené trojnásobnou a dvojnásobnou dávkou draslíku. Lépe odrůstají rostliny, u nichž byl draslík aplikován postupně.

- Jednonásobná dávka hnojení draslíkem ovlivnila růst sazenic pouze minimálně. Jejich přírůstek byl sice o něco málo větší než u sazenic kontrolních, ale velikost ztrát byla shodná jako u rostlin kontrolních.
- Sazenice buku i smrku reagovaly shodně.

### Půdy s nedostatkem zinku

Stejně jako při nadbytku některého prvku v půdě i při jeho nedostatku rostliny po výsadbě špatně odrůstají a hynou. Ve většině případů na nedostatek prvku reagují rychleji a razantněji než na jeho nadbytek. Ověřování bylo realizováno na půdách, kde obsah zinku byl 20 % jeho optimální zásoby (h půdy, LT 7K3). Sadební materiál byl pěstován jako krytokořenný v obohacené rašelině. Sadební materiál (BK fk1, SM fk2) byl pěstován těmito způsoby:

- zásoba zinku v substrátu byla optimální (100 % – kontrolní rostliny),
- zásoba zinku v substrátu byla 50 % optima,
- zásoba zinku v substrátu byla 20 % optima.

Rašelina byla před osetím sadbovačů plně vyhnojena jednosložkovými hnojivy na optimum, v průběhu pěstování ve školce nebyly rostliny přihnojovány.

Z tab. 4 vyplývají tyto hlavní závěry:

- Již ve školce nelze vypěstovat přijatelný sadební materiál v substrátu s 80% deficiencí zinku, takovéto rostliny mají velmi vysoké ztráty (cca 80 %) a živoří ve svém růstu (délka nadzemní části cca 50 %). Prvním rokem po výsadbě mají tyto rostliny nepřijatelné ztráty (cca 50 %) a déle stagnují ve svém růstu. Třetím rokem po výsadbě sice regenerují, ale do této doby již uhynulo téměř 90 % rostlin.
- Přijatelné rostliny lze vypěstovat v substrátu s deficiencí 50 % zinku, tyto rostliny nejsou tak kvalitní jako rostliny kontrolní (cca 80 % délky nadzemní části), ale mají přijatelné



ztráty (cca 18 %) a po výsadbě okamžitě odrůstají při přijatelných a běžných provozních ztrátách (do 25 %).

- Kontrolní rostliny mají po výsadbě velké ztráty a živoří. Třetím rokem po výsadbě jsou již ztráty větší než 80 %.
- Na nedostatek zinku poněkud více reaguje smrk než buk.

#### Přechodné zamokření půdy

Na uléhavých stanovištích nebo na stanovištích, kde je v půdě vysoko položená nepropustná vrstva pro vodu, dochází k přechodnému výraznému zamokření. Při výsadbě se však i zde často užívají druhy dřevin, které dlouhodobě zamokření nesnášejí. Pro naše testování byly vybrány modřín opadavý a buk lesní a jako dřevina, která dlouhodoběji zamokření snáší smrk ztepilý. Modřín a buk byly pěstovány jako dvouleté podříznuté sazenice (1-1) ve školce s hp půdou a obsahem humusu 5 %, obě byly pěstovány běžným způsobem. Smrk byl pěstován jako 2+2 běžným způsobem. Stresované rostliny se od rostlin kontrolních lišily pouze v tom, že v jarním období druhého roku růstu a v letním období prvního a druhého roku růstu byla půda po dobu 3 týdnů zavlažována tak, aby její vlhkost dosahoval 80-85 %. Všechny rostliny byly vysázeny na SLT 4I a po pěti letech po výsadbě byl vyhodnocen jejich stav (v průběhu tohoto období nebyla sledována vlhkost půdy, skutečností však je, že minimálně jednou do roka bylo stanoviště zamokřené).

Z tab. 5 jednoznačně vyplývá, že buk a modřín nelze vypěstovat pro daný stres. Obě dřeviny již ve školce na dlouhodobé zamokření reagují velmi negativně – modřín snáší pouze jeden stres, buk, který je poněkud odolnější než modřín, snáší stresy dva, každý stres však vyvolává velké ztráty a snížení růstu. Obdobně reaguje i smrk, který však daný stres snáší relativně nejlépe, snáší stresy tři. Pět let po výsadbě jednoznačně dokladuje, že na daném

stanovišti stejně odrůstají rostliny ve školce stresované i nestresované (po výsadbě bylo zamokření častější než navozený stres ve školce).

### Podsadby

Všechny způsoby podsadeb vyžadují sadební materiál se stínomilným pletivem – tzn. sadební materiál vypěstovaný ve stínu, jinak dochází k poměrně velkým ztrátám a stagnaci růstu rostlin po výsadbě. Testování bylo realizováno dvěma způsoby.

Při prvním bylo ověřováno, jaký způsob pěstování sadebního materiálu se stínomilným pletivem je nejvhodnější. Dvouleté semenáčky buku (BK 2+0) byly od sje pěstovány v podporostní podokapové školce (rostliny byly pěstovány pod zakmeněním 0,4), v pruhové podokapové školce a ve stíníku na minerální půdě (propouštěl cca 50 % světla, rostliny byly nepřetržitě stíněny od nástupu vegetace do 15. srpna - v tabulce výsledků označeno stíník A a rostliny byly stíněny od nástupu vegetace do 15. srpna, ale pokud nepršelo, bylo každý den stínění na dobu 2 hodin odstraněno – v tabulce výsledků označeno stíník B). Kontrolou byly semenáčky vypěstované v nekryté minerální půdě. Z tab. výsledků 6a lze vyvodit tyto závěry:

- Při žádném způsobu stínění nenastávají ve školce nepřijatelné ztráty. Všechny rostliny vypěstované ve stínu jsou ve školce nižší než rostliny kontrolní. Větší inhibice růstu nastala při pěstování v pruhové podokapové školce a ve stíníku A.
- Prvním rokem po výsadbě byly ztráty ve všech způsobech pěstování shodné s kontrolou. I když všechny rostliny vypěstované ve stínu mají větší výškový přírůst než kontrola, podstatně větší výškový přírůst (cca 3x) mají rostliny vypěstované v podporostní podokapové školce a ve stíníku B.
- Pátým rokem po výsadbě se u žádného způsobu pěstování rostlin ve stínu nezvýšily ztráty, kontrolní rostliny již mají ztráty 50 %. Výškový přírůst rostlin vypěstovaných ve stínu je

až 2x větší než u přežívajících kontrolních rostlin, větší přírůst (cca o 40 %) mají buky vypěstované v podporostní podokapové školce a ve stíníku B.

- Obecně lepší odrůstání rostlin vypěstovaných v podporostní podokapové školce a ve stíníku B je vyvoláno tím, že pěstované rostliny jsou každodenně krátkodobě přímo osvětleny, v pruhové podokapové školce a ve stíníku B jsou celou dobu pěstovány ve stínu.

Druhý způsob ověřování měl odpovědět na otázku, zda stačí pěstovat sadební materiál se stínomilným pletivem ve školce pouze určitou dobu, nebo je vhodnější clonění po celou dobu jeho pěstování. Testovány byly BK 2+2, BK 1+1 a JD 2+3. Všechny testované rostliny byly pěstovány v podporostní podokapové školce dvěma způsoby. BK 2+0 byl stíněn celou dobu pěstování (v tabulce výsledků označeno A), BK 1+1 byl do podokapové školky pouze zaškolkován (označeno B), JD 2+3 byla stíněna celou dobu pěstování (označeno A), JD 2+3 s označením B byla do podokapové školky pouze zaškolkována. Kontrolou byly rostliny vypěstované v nekryté minerální půdě. Z tab. výsledků 6b lze vyvodit tyto závěry:

- Při žádném způsobu pěstování nenastaly ve školce nepřijatelné ztráty. Všechny rostliny vypěstované v podokapové školce jsou nižší než rostliny kontrolní. Rostliny vypěstované ve variantě A jsou nižší než ve variantě B.
- Prvním rokem po výsadbě byly ztráty ve všech způsobech pěstování shodné s kontrolou. Pouze rostliny vypěstované ve variantě A mají větší výškový přírůst než kontrola, rostliny vypěstované ve variantě B mají výškový přírůst téměř shodný s kontrolou.
- Pátým rokem po výsadbě mají nejvyšší ztráty rostliny kontrolní (cca 40 %), rostliny z varianty B mají ztráty cca 25 %, rostliny z varianty A mají ztráty cca 17 %. Stejný trend výsledků, ale s většími rozdíly, byl zaznamenán i u přírůstu.
- Lepší odrůstání rostlin vypěstovaných ve variantě A je vyvoláno tím, že byly „celý život“ ve školce pěstovány ve stínu. Ve variantě B byly ve školce zprvu pěstovány „na slunci“ a teprve potom ve stínu. Kratší doba pěstování ve stínu se oproti kontrolním rostlinám sice

projevila jednoznačně pozitivně, ale oproti rostlinám vypěstovaným pouze ve stínu tyto rostliny dosahují výsledky horší.

### Kyselé půdy – nízké číslo pH

Velká acidifikace prostředí vyvolala i velké zakyselení půd. Při výsadbě standardního sadebního materiálu na takovýchto stanovištích dochází k velkým ztrátám. Smyslem ověřování bylo zjistit, zda lze vypěstovat pro daná stanoviště sadební materiál odolnější. Testovány byly SM fk2 a BK fk1. Obě dřeviny byly pěstovány v obohacené rašelině s aciditou 3,0, 4,0 a 5,0 pH/KCl. Kontrolní rostliny byly pěstovány v optimálním pH – 5,5 pH/KCl. Výsadba byla realizována na h půdách, pH/KCl 2,9, LT 7K3. Z ověřování vyplynuly tyto závěry (tab. 7):

- Smrk snáší kyselá stanoviště poměrně lépe než buk, pro dané stanoviště (na rozdíl od smrku) použitými postupy nelze vypěstovat výrazně odolnější sadební materiál buku.
- Při pěstování sadebního materiálu smrku nebyly ve školkách mezi jednoletými variantami pěstování zjištěny rozdíly ve ztrátách a s výjimkou menší stagnace růstu v rašelině s pH 3,0 ani v délce nadzemní části. Po výsadbě se však situace mění. Rostliny v rašelině s pH 3,0 a 4,0 mají přijatelné ztráty (do 20 %) a oproti kontrole až 3x větší přírůst. Rostliny s pH 5,0, stejně jako kontrola mají cca 50% ztráty a jejich přírůst stagnuje.
- Negativní vliv kyselého prostředí se na buku projevil již při pěstování ve školce a to v rašelině s pH 3,0 (větší ztráty, menší růst). Po výsadbě bylo zjištěno, že rostliny vypěstované v rašelině s pH 3,0 a 4,0 poněkud lépe odrůstají než v rašelině s pH 5,0 a rostliny kontrolní, ale mají cca 50% ztráty a jejich přírůst se příliš neliší od v růstu téměř stagnujících buků vypěstovaných v rašelině s pH 5,0 a rostlin kontrolních.

### Zásadité půdy – vysoké číslo pH

Velmi zásadité půdy se přirozeně vyskytují poměrně málo. Jejich výskyt je však častý u zpracovatelských závodů (např. cementáren, hliníkáren apod.). Cílem ověřování bylo zjistit, zda lze vypěstovat sadební materiál pro zalesňování lesních půd s aciditou 12,2 pH/KCl. Ověřovány byly BO fk1 a LP fk2. Obě rostliny byly pěstovány v obohacené rašelině s aciditou 8,0, 10,0 a 12,0 pH/KCl, kontrolní rostliny v rašelině s aciditou 6,0 pH/KCl. Z ověřování vyplynuly tyto závěry (tab. 8):

- Velmi problematické je již pěstování sadebního materiálu v lesních školkách s aciditou rašeliny 10,0 a 12,0 pH/KCl. Lípa zcela odumřela, borovice odumřela v rašelině s 12,0 pH/KCl a v rašelině s pH/KCl 10,0 měla 90% ztráty. Obě dřeviny však dobře odrůstaly, stejně jako rostliny kontrolní, v rašelině s pH/KCl 8,0.
- Již první rok po výsadbě odumřely kontrolní lípy a téměř 90 % ztrát měly kontrolní borovice. Odolné rostliny, tzn. borovice s pH/KCl 8,0 a 10,0 a lípy s pH/KCl 8,0, měly ztráty poměrně malé (cca 40 %) a stagnovaly v růstu. Třetím rokem po výsadbě u obou dřevin nedošlo k výrazným navýšení ztrát (cca o 6 %), ale k poměrně velké regeneraci růstu nadzemní části.

### Imise – kyselé depozice SO<sub>2</sub>

Imisní kalamita v oblasti Krušných hor byla vyvolána kyselými depozicemi SO<sub>2</sub>. Cílem ověřování proto bylo vypěstovat sadební materiál odolný těmto podmínkám. Testován byl SM 2+2, který byl pěstován těmito způsoby:

- V normální lesní školce (nadm. výška 380 m, pH půda, pH/KCl 5,6, obsah humusu 3,2 %) – bráno jako kontrola.
- V normální lesní školce, ale rostliny byly zalévány vodou s pH 3,0 H<sub>2</sub>O.

- V normální lesní školce, ale rostliny byly po zaškolkování vždy od cca 18<sup>00</sup> hod do 7<sup>00</sup> hod překryty fóliovníkem, ve kterém byla zvyšována koncentrace SO<sub>2</sub>.
- V imisní lesní školce (nadm. výška 720 m, h půda, pH/KCl 3,6, obsah humusu 2,8 %, p. o. B).

Výsadba byla realizována na LT 7K3, h půdě, pH/KCl 3,1, p. o. A. Ověřování přineslo tyto výsledky (tab. 9):

- Při pěstování sadebního materiálu v normální školce nebyly zjištěny rozdíly mezi žádnou variantou jejich pěstování. V imisní školce měly rostliny až trojnásobně větší ztráty a až o 40 % menší délku nadzemní části.
- Prvním rokem po výsadbě bez problémů odrůstají sazenice vypěstované v imisní školce. Kontrolní sazenice a sazenice vypěstované ve zvýšené koncentraci SO<sub>2</sub> měly cca 60% ztráty a stagnovaly ve svém růstu. Sazenice zalévané kyselou závlahou měly ztráty 35 % a oproti kontrole o 35 % větší přírůst.
- Třetím rokem po výsadbě byl zachován trend prvního roku růstu. Velmi dobře odrůstají sazenice z imisní školky, ze šoku z přesadby se dostaly pouze sazenice zalévané kyselou závlahou. Velmi negativně rostou kontrolní sazenice a sazenice vypěstované ve zvýšené koncentraci SO<sub>2</sub>.
- Z ověřování vyplynuly i tyto obecnější závěry – pokud to jde, je vhodné pěstovat sadební materiál přímo v místě výsadby (imisní školka). Použití sadebního materiálu vypěstovaného ve zcela odlišných podmínkách od ekotopu výsadba nepřináší úspěch. Zvyšování koncentrace SO<sub>2</sub> nepřineslo zvětšení odolnosti sadebního materiálu (mohlo však být vyvoláno i krátkou a nevhodnou dobou aplikace SO<sub>2</sub>).

### Mrazové lokality – časné a pozdní mrazy

Více než 25 % území ČR je v potenciálním ohrožení časných a pozdních mrazů, cca 5 % území je každoročně tímto fenoménem ovlivňováno. Při běžných výsadbách standardního sadebního materiálu dochází i k 100% ztrátám, mnohé lokality se obnovují opakovaně i několikrát. Cílem ověřování bylo zjistit, zda lze vypěstovat sadební materiál, který bude odolávat časným i pozdním mrazům. Principiálně bylo ověřování postaveno na zvyšování odolnosti rostlin obecně – hnojení K a P a speciálně na zvyšování odolnosti vůči mrazům – hnojení boraxem. Testovanými dřevinami byly SM 2+2 a JD 2+3, obě vypěstované ve školce s pH půdou a obsahem humusu 4 %. Veškeré hnojení bylo realizováno v průběhu posledního roku jejich pěstování a vždy byla užitá tekutá hnojiva. Způsoby hnojení K-1x (zvýšení K v asimilačním aparátu o 27 %), hnojení P-1x (zvýšení P v asimilačním aparátu o 33 %), souběžné hnojení P + K-1x (zvýšení P v asimilačním aparátu o 30 %, zvýšení K o 25 %), souběžné hnojení P + K-2x (zvýšení P v asimilačním aparátu o 44 %, zvýšení K o 38 %), hnojení Bo – 1x a 2x. Všechny rostliny byly vysázeny do výrazné mrazové lokality (pH půda, SLT 4S, výška působení mrazu cca 80 cm), kde časné a pozdní mrazy působí téměř každoročně. Vyhodnocení byla uskutečněno 5 let po výsadbě (v průběhu této doby nebyly sledovány frekvence výskytu a velikost mrazů). Z výsledků šetření vyplývá (tab. 9), že žádný způsob hnojení neovlivnil růst nebo ztráty sadebního materiálu v lesní školce. Hodnocení 5 let po výsadbě dokladuje, že jednorázové hnojení P, K a P + K nemá žádný účinek. Jedle má ztráty téměř 90 %, smrk 70 %, přežívající rostliny se nedostaly ze zóny působení mrazu. Hnojení P a K-2x a všechna hnojení Bo zvýšila odolnost. Obzvláště účinné je hnojení borem, kterým byly i u citlivé jedle dosaženy pouze běžné provozní ztráty a i jedle se dostala ze zóny působení mrazu.

Tab. 1a: Zasolené půdy - pěstování sadebního materiálu celou dobu v zasolené půdě

Dřevina	Školka Semenáčky 2+0		Školka Sazenice 1+1		Výsadba				Celkové ztráty (%)
	Výtěžnost osiva (%)	Délka NČ (v % kont.)	Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	1. rok		3. rok		
					Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	
DBZ (2+0)	31	54	nebylo	nebylo	27	148	41	210	41
DBZk (2+0)	65	100	nebylo	nebylo	65	100	85	100	85
BO (1+1)	12	36	78	48	38	124	56	186	93
BOk (1+1)	44	100	5	100	94	100	99	100	99

Tab. 1b: Zasolené půdy - pěstované sazenice v zasolené půdě, semenáčky vypěstovány v normálních podmínkách

Dřevina	Školka sazenice 1+1		Výsadba				Celkové ztráty (%)
	Ztráty (%)	Přírůst NČ (v % kont.)	1. rok		3. rok		
			Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	
DBZ (1+1)	47	45	57	117	73	240	85
DBZk (1+1)	8	100	81	100	95	100	100
BO (1+1)	98	17	nevysazováno				
BOk (1+1)	12	100	100	-	-	-	-



Tab. 2: Aplikace soli na nadzemní část - aplikace realizována vždy 3x v dvoudenních intervalech v zimě, na jaře a současně v zimě i na jaře

Dřevina	Doba aplikace	Školka		Výsadba				Celkové ztráty (%)
		Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	1. rok		3. rok		
				Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	
DBZ (2+0)	zima	37	94	17	162	21	243	50
	jaře	91	71	100	-	-	-	100
	zima + jaře	45	90	36	152	48	212	
DBZk (2+0)	zima			76	100	95	100	97
	jaře	5	100	100	-	-	-	100
	zima + jaře			100	-	-	-	100
BO (2+0)	zima	56	56	100	-	-	-	100
	jaře	99	-	-	-	-	-	100
	zima + jaře	98	-	-	-	-	-	100
BOk (2+0)	zima			100	-	-	-	100
	jaře	6	100	100	-	-	-	100
	zima + jaře			100	-	-	-	100

Tab. 4: Nedostatek zinku v půdě

Dřevina	Hnojení zinkem	Školka		Výsadba			
		Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	1. rok		3. rok	
				Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)
BK fk1	100 % kont.	5	100	37	100	82	100
	50%	21	82	17	171	24	336
	20%	81	47	54	82	56	187
SM fk2	100 % kont.	7	100	41	100	94	100
	50%	24	79	18	157	25	230
	20%	91	47	62	73	68	177

Tab. 3: Nadbytek draslíku v půdě

Parametr	Dřevina					
	BK 1+1			SM 2+2		
	Školka	Výsadba		Školka	Výsadba	
		1. rok	3. rok		1. rok	3. rok
Nehnojeno (kontrola)						
• ztráty v %	5	27	48	11	31	64
• přírůst (v % kont.)	100	100	100	100	100	100
Dovoz půdy						
• ztráty v %	5	15	19	9	13	17
• přírůst (v % kont.)	78	172	212	67	164	221
Hnojení 1x - pouze sazenice - jednorázově						
• ztráty v %	9	24	45	12	29	119
• přírůst (v % kont.)	104	114	128	107	109	119
Hnojení 1x - pouze sazenice - postupně						
• ztráty v %	10	27	42	12	31	49
• přírůst (v % kont.)	107	122	131	96	127	141
Hnojení 1x - po celou dobu pěstování - jednorázově						
• ztráty v %	9	24	39	11	25	39
• délka NČ (v % kont.)+	103	112	122	107	111	131
Hnojení 1x - po celou dobu pěstování - postupně						
• ztráty v %	7	24	38	9	26	45
• délka NČ (v % kont.)+	102	128	124	108	117	129
Hnojení 2x - pouze sazenice - jednorázově						
• ztráty v %	10	17	21	13	18	20
• přírůst (v % kont.)	107	136	198	106	127	199
Hnojení 2x - pouze sazenice - postupně						
• ztráty v %	9	18	19	11	16	20

Pokračování tab. č. 3

• přírůst (v % kont.)	101	151	202	96	153	212
Hnojení 2x - po celou dobu pěstování - jednorázově						
• ztráty v %	8	16	20	14	15	17
• přírůst (v % kont.)	106	163	200	104	147	186
Hnojení 2x - po celou dobu pěstování - postupně						
• ztráty v %	7	16	21	12	16	20
• přírůst (v % kont.)	98	177	211	101	172	212
Hnojení 3x - po celou dobu pěstování - postupně						
• ztráty v %	9	15	24	10	17	22
• přírůst (v % kont.)	101	181	205	98	167	201

Tab. 5: Přejídné zamokření půdy

Dřevina	Doba zamokření	Školka		Výsadba - 5 let po sadbě	
		Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)
MD (1-1)	kontrola	12	100	85	100
MD (1-1)	jaro	56	51	81	97
MD (1-1)	1. léto	100	-	-	-
	jaro				
MD (1-1)	2. léto	100	-	-	-
	1. léto				
MD (1-1)	1. léto	100	-	-	-
	jaro				
BK (1-1)	kontrola	13	100	64	100
BK (1-1)	jaro	38	74	70	107
BK (1-1)	1. léto	100	-	-	-
	jaro				
BK (1-1)	2. léto	100	-	-	-
	1. léto				
BK (1-1)	1. léto	52	88	61	94
	jaro				
SM (2+2)	kontrola	3	100	24	100
SM (2+2)	jaro	17	103	25	106
SM (2+2)	1. léto	68	82	27	100
	jaro				
SM (2+2)	2. léto	47	81	23	109
	1. léto				
SM (2+2)	jaro				

Tab. 6a: Podsadby - pěstování sadebního materiálu BK 2+0 při rozdílných způsobech stínění

Parametr	Způsoby stínění				
	Podporostní pod. školka	Pruhová pod. školka	Stíník A	Stíník B	Kontrola
Školka					
• ztráty (%)	10	9	9	11	7
• přírůst (v % kont.)	80	61	65	83	100
Výsadba 1. rok					
• ztráty (%)	12	15	15	14	14
• přírůst (v % kont.)	132	109	113	131	100
Výsadba 5. rok					
• ztráty (%)	17	16	18	15	47
• přírůst (v % kont.)	212	172	181	224	100

Tab. 6b: Podsadby - pěstování sadebního materiálu v podporostní podokapové školce

Parametr	Způsob stínění - dřevina					
	A	B	Kont.	A	B	Kont.
	BK 2+0	BK 1+1	BK 2+0	JD 2+3	JD 2+3	JD 2+3
Školka						
• ztráty (%)	7	8	7	10	9	10
• délka NČ (v % kont.)	80	91	100	75	86	100
Výsadba 1. rok						
• ztráty (%)	12	14	14	12	16	15
• přírůst NČ (v % kont.)	132	105	100	147	114	100
Výsadba 5. rok						
• ztráty (%)	17	24	47	18	23	36
• přírůst NČ (v % kont.)	212	130	100	210	156	100

Tab. 7: Půdy s nízkým číslem pH (půdy kyselé)

Dřevina  Varianta	Školka		1. rok po výsadbě		3. rok po výsadbě	
	Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)
SM fk2						
• rašelina 3,0 pH/KCl	7	75	12	112	18	294
• rašelina 4,0 pH/KCl	7	96	14	98	17	251
• rašelina 5,0 pH/KCl	5	100	24	109	53	87
• kontrola 5,5 pH/KCl	5	100	26	100	49	100
BK fk1						
• rašelina 3,0 pH/KCl	16	65	38	95	49	148
• rašelina 4,0 pH/KCl	7	86	41	101	53	151
• rašelina 5,0 pH/KCl	7	98	55	107	72	104
• kontrola 5,5 pH/KCl	6	100	58	100	69	100

Tab. 8: Půdy s vysokým číslem pH (půdy zásadité)

Dřevina	Ve školce		1. rok po výsadbě		3. rok po výsadbě	
	Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)
BO fk1						
• rašelina 8,0 pH/KCl	17	93	30	111	36	274
• rašelina 10,0 pH/KCl	91	74	42	120	47	201
• rašelina 12,0 pH/KCl	100	-	-	-	-	-
• kontrola 6,0 pH/KCl	12	100	87	100	95	100
LP fk2						
• rašelina 8,0 pH/KCl	19	41	42	41+	47	98+
• rašelina 10,0 pH/KCl	100	-	-	-	-	-
• rašelina 12,0 pH/KCl	100	-	-	-	-	-
• kontrola 6,0 pH/KCl	10	100	100	-	-	-

+ ve velikosti posledního přírůstu ve školce

Tab. 9: Imise - vliv kyselých depozic na odrůstání SM 2+2

Způsob pěstování	Školka		1. rok po výsadbě		3. rok po výsadbě	
	Ztráty+ (%)	Délka NČ (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)
Normální školka						
• zálivka pH 3,0 H <sub>2</sub> O	21	93	35	135	42	194
• zvyšování SO <sub>2</sub> v ovzduší	24	91	58	99	71	105
Imisní školka	57	64	9	158	17	321
Kontrola (normální školka)	20	100	67	100	78	100

+ součet ztrát sije i školkování

Tab. 10: Mrazové lokality

Způsob pěstování	Školka				5 let po výsadbě			
	SM 2+2		JD 2+3		SM 2+2		JD 2+3	
	Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)	Ztráty (%)	Délka NČ (v % kont.)
Hnojení K-1x	14	105	8	94	73	100	87	100
Hnojení P-1x	9	95	11	102	66	105	86	103
Hnojení P+K-1x	11	97	14	100	67	106	83	97
Hnojení P+K-2x	14	104	12	106	38	100	45	101
Hnojení Bo-1x	14	101	12	94	10	408	22	365
Hnojení Bo-2x	12	97	13	98	9	396	11	382
Kontrola	12	100	14	100	65	399	84	380

Tab. 11: Suché lokality - sucho po výsadbě

Způsob pěstování	Školka		1. rok po výsadbě			3. rok po výsadbě	
	Ztráty %	Délka NČ (v % kontr.)	Počátek rašení	Ztráty (%)	Přírůst (cm)	Ztráty (%)	Přírůst (v % kont.)
SM 2+2							
• 100 % závlah - kontrola	12	100	od 15.6.	27	3	35	100
• 80 % závlah	17	88	od 1.6.	21	7	27	106
• 60 % závla	22	74	od 1.5.	14	14	15	102
BK 2+0							
• 100 % závlah - kontrola	10	100	od 15.6.	35	2	39	100
• 80 % závlah	19	81	od 20.5.	21	5	22	98
• 60 % závla	25	71	od 1.5.	9	11	14	102



### Suché lokality – sucho po výsadbě

V posledních letech je téměř každoročně nestandardní průběh počasí. Po krátkém období normálních srážek a teplot nastupuje dlouhé období sucha s poměrně vysokými teplotami. Toto vyvolává velké ztráty po výsadbě. Při užití nekvalitního sadebního materiálu nebo špatné biotechnice sadby ztráty nastávají velmi brzy po sadbě. Často se však stává, že abnormálně odrůstají i rostliny, které v době výsadby byly kvalitní, kvalitní byla i biotechnika sadby. Rostliny po výsadbě velmi dlouho „sedí“ (i několik měsíců) a prvním rokem téměř nepřirůstají. Při bližší analýze abnormálně odrůstajících výsadeb jsme zjistili, že sadební materiál vždy pochází z lesních školek, které mají dobrou závlahu a dostatek vody. (Bližší výsledky těchto analýz. Analyzován byl sadební materiál smrku ze dvou školek, které mají velmi dobrou závlahu a intenzivně zavlažují a ze dvou školek, které zavlažují pouze síje a sazenice po zaškolkování. Z každé školky bylo analyzováno 6 porostů zalesněných v 2. polovině dubna. Výsledky – smrk ze školek s intenzivní závlahou začaly rašit v červnu a ztráty po prvním roce dosáhly v průměru 41 %, smrk ze školek s malou závlahou začaly rašit v polovině května a ztráty po prvním roce dosáhly v průměru 18 %). Cílem ověřování proto bylo zjistit, jak závlahy ovlivňují růst rostlin (SM 2+2, BK 2+0) v suchém roce po výsadbě. Rostliny byly pěstovány v lesní školce s pH půdou, obsahem humusu 3,5 % a střední zásobou živin. Rostliny byly pěstovány na sousedních záhonech. Část rostlin byla zavlažována optimálně (označeno 100 % závlah – kontrola), část rostlin dostala pouze 80 % vody a část rostlin pouze 60 % vody (nelišily se dávky závlah nebo jejich intenzita, lišil se interval závlah). Sazenice byly vysázeny počátkem dubna do hlinité půdy na SLT 5S, v měsících duben a květen spadlo pouze 35 mm srážek. Z šetření vyplývají tyto závěry (tab. 11):

- Obě dřeviny reagovaly obdobně. Jak smrk, tak buk měly ve školce s klesající závlahou větší ztráty (cca 10, 18, 23%) a téměř ve stejném procentu i menší délku nadzemní části (všechny však plně vyhovovaly ČSN 482115).
- Po výsadbě obě dřeviny se 100% závlahou začaly rašit až po 15.6., do konce roku neměly téměř žádný přírůst (cca 2 cm) a ztráty činily cca 30 %. Třetím rokem po výsadbě již regenerovaly a jejich růst byl stejný jako na jiných variantách.
- Rostliny s 80% závlahou začaly rašit na konci měsíce května, vytvořily pouze malý přírůst (cca 6 cm) a ztráty činily cca 21 %. Třetím rokem regenerovaly a jejich růst byl stejný jako na jiných variantách.
- Nejlépe odrůstaly obě dřeviny s 60% závlahou. Rašit začaly počátkem měsíce května, přírůst měly cca 12 cm a ztráty cca 11 %. Nejlépe odrůstaly i 3. rokem po sadbě.

### Závěry

Pěstování sadebního materiálu na stres není záležitostí jednoduchou a nemusí se vždy podařit. Při našich ověřování byly testovány hlavní dřeviny, kdyby byly testovány dřeviny s širokou kovalencí, výsledky by byly podstatně úspěšnější. Z ověřování však vyplynuly závěry, které lze obecně při pěstování sadebního materiálu na stres použít:

- Z pěstování na stres vyloučit dřeviny, které daný stres obecně vůbec nesnáší (např. MD na mokřém stanovišti).
- Při pěstování ve školce nepěstovat sadební materiál na plný stres, stačí na 50-70 %.
- Lépe je pěstovat sadební materiál na stres po celou dobu jeho pěstování ve školce (tzn. od síše), než pouze určitou dobu (např. pouze po zaškolkování nebo posledním rokem pěstování).
- Lépe je při pěstování stres postupně zvyšovat, než ihned navodit stres plný.

Je jasné, že při pěstování sadebního materiálu na stres mohou nastat ve školkách velké ztráty (ale vždy jsou lepší ztráty ve školce než po výsadbě) a vypěstovaný sadební materiál nemusí vždy odpovídat standardu ČSN 482115 (což musí být zohledněno). Pěstování sadebního materiálu na stres lze realizovat pouze na základě dlouhodobé objednávky a za nejužší spolupráce školkaře s provozní praxí.

## PĚSTOVÁNÍ A UŽITÍ VZROSTLÝCH STROMŮ

Oldřich Mauer

- Vzrostlý strom – délka nadzemní části nad 2,5 m, mnohonásobná úprava kořenového systému, stáří i několik desítek let. Až na výjimky jsou vzrostlé stromy krytokořeným sadebním materiálem. Vzrostlé stromy se často nazývají i alejové stromy.
- Obzvláště pro svůj rychlý estetický účinek se užívají zejména pro účelové ozeleňování.
- Při jejich pěstování je nutná speciální příprava (zejména kořenového systému). Jejich nákupní cena je velmi vysoká (6x přesazený platan stojí až 12 tis. €). I při pečlivé práci často po výsadbě dlouho stagnují v růstu a současně vysázené odrostky je po několika letech předrůstají.
- Vhodnost dřevin pro pěstování je limitována architektonikou jejich kořenového systému
  - 1. skupina – velmi obtížně přesaditelná – stromy s hlavním kúlovým kořenem, hluboko kořenící a s řídce rozptýlenými jemnými kořeny (*Abies concolor*, *Pinus sylvestris*, *Aesculus hippocastanum*, *Carpinus betulus*, *Carya ovata*, *Fraxinus excelsior*, *Juglans nigra*, *Quercus*, *Ulmus campestris*)
  - 2. skupina – přesaditelné – stromy s hlubokým, široce rozptýleným kořenovým systémem (*Abies alba*, *Larix*, *Pinus nigra*, *Pseudotsuga douglasii*, *Taxus baccata*, *Picea abies*, *Pinus strobus*, *Thuja*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Ailanthus glandulosa*, *Platanus*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia*)
  - 3. skupina – snadno přesaditelné – stromy s mělkým, široce a hustě rozptýleným kořenovým systémem (*Acer*, *Betula*, *Corylus colurna*, *Sophora japonica*)
- Cílem přípravy kořenového systému je vypěstovat v technologicky a transportně přijatelné velikosti kořenového balu mohutný, koncentrovaný, nedeformovaný kořenový systém s velkým podílem jemných kořenů. Děje se tak mechanickou úpravou (zkracováním) kořenů.
- Na vypěstované kmeny lze štěpovat speciální tvary korun.

### Příprava kořenového systému na stanovišti (jednorázová příprava před přesazením)

- Stromy se nepěstují ve speciálních školkách, ale vybírají se přímo v terénu. Vhodné pouze pro přesadbu několika stromů. Příprava se realizuje 2-3 roky před přesazením.

- U vybraného stromu obkopat kořenový bal. Na vnější stranu vzniklé mezery (mezi rostlou půdou a kořenovým balem) se umístí umělohmotná fólie a celá mezera se vyplní obohaceným substrátem.
- Naprosto nutné jsou fixace stromu, jeho hnojení a pravidelné zavlažování.
- Zkrácené kořeny regenerují (regeneraci podporuje obohacený substrát), nové kořeny prorůstají do obohaceného substrátu, fólie zabraňuje jejich prorůstání do rostlé půdy. Po třech letech se strom vyzvedne a v místě fólie se kořenový bal fixuje.
- Vhodné do stáří 15 let u 2. a 3. skupiny stromů

#### Pěstování ve školkách vzrostlých stromů – v minerální půdě

- V průběhu celého pěstování se uplatňuje přísná selekce – vyřazovány jsou všechny stromy s jakoukoliv vadou.
- Do stáří 6 let se stromy pěstují až trojnásobným školkováním (podřezáváním).
- Dále několikrát přesadit (nejlépe s kořenovým balem):
  - do věku 12 let ve 2 – 3letých intervalech, u starších 3-4 leté intervaly
  - při každé přesadbě vždy větší kořenový bal – cca o 10 % poloměru
  - výsadba vždy po kořenový krček, vždy větší spon (koruny se nesmí dotýkat)
  - přesazení lze nahradit podříznutím
- Po přesazení:
  - výrazná výživa (plné hnojení) + 1 rok závlaha (celoplošně – vodními děly, individuálně – do vytvořených hliněných ohrádek kolem každého stromu)
  - tvarování koruny (přivazováním ke kůlu, odstraňováním větví)
  - ke kmeni kůly (u mladých stromů vždy – pro tvarování kmene i koruny, u starších stromů pro tvarování koruny), kůly nejčastěji z bambusu, do země se zatlačují speciálními stroji
  - celá školka je bez plevele – pravidelné kypření
  - ve školce nutná středně těžká půda (obsah fyzik. jílu cca 25 – 28 %), hluboká až 1,5 m, mykorhizní
  - pro tvarování se užívají speciální výsuvné plošiny
  - na přesazování prostokořenných rostlin se užívají speciální stroje (princip – rýhový zalesňovací stroj), na přesazování rostlin s kořenovým balem se užívají stejné stroje jako pro jejich výsadbu na určeném stanovišti

- proti vymrzání – přihrnutí půdy ke kmeni stromu (výška cca 30 cm)
- Způsoby dobývání kořenového balu:
  - ručně (tvar – kvádr, komolý jehlan) – pracné a nákladné
  - pomocí speciálních strojů – princip – ocelové rýče (nože) jsou hydraulicky zatlačovány do země. Nejčastěji užívané přesazovací stroje - Wermeer – vytváří bal tvaru jehlanu až do šířky balu 2,2 m a výšky balu 1,4 m; obdobné parametry má i přesazovací stroj Optimal; přesazovací stroj Pazzoglia – vytváří bal tvaru polokoule až do šířky balu 1,4 m a výšky balu 0,6 m.
- Fixace kořenového balu:
  - dřevěné bednění
  - betonové skořepiny
  - balení do jutové tkaniny (omezuje zejména výpar) a pletiva (zajišťuje fixaci balu)
- Vhodné – do stáří 18 let stromu, délky nadzemní části 6 m a průměru kořenového balu 1 m. Maximální limity – listnáče do 60 let, jehličnany do 35 let, průměr kořenového balu 2,5 m.

#### Pěstování ve školkách vzrostlých stromů – v kontejnerech

- Princip – maximálně ve tříletých intervalech vždy přesadit do většího obalu (min. o 10 % poloměru).
- Vhodné do stáří max. 10 let stromu, často výrazné deformace kořenového systému – nepoužívat dřeviny s křivým kořenovým systémem.
- Substrát musí být mykorrhizní (i umělá inokulace).
- Po celou dobu pěstování nutné pravidelné hnojení a závlaha.
- Závlaha – kapková, zvláště do každého obalu.
- Hnojení – pomocí speciálních pomalu rozpustných hnojiv, nebo pomocí hnojivé závlahy (hnojivo je přidáváno do závlahové vody).
- Obaly:
  - pevné umělohmotné nádoby (až 1000 l – lze koupit)
  - speciální „kabela“ z pevné fólie (až 100 l – lze koupit)
  - ručně vyrobené dřevěné bednění
  - každý obal musí mít pevné úchyty pro další rychlou a bezeškodnou manipulaci

- Rostliny se pěstují na úložišti, které je zpevněné; na úložišti je dřevěná nebo kovová konstrukce, která slouží k vyvazování (tvarování) kmene, připevňování bambusových kůlů pro tvarování koruny a celkovou fixaci stromu proti převržení (např. působením větru).
- Často se postupuje tak, že stromy jsou pěstovány v minerální půdě a pouze na poslední 2 roky se přesazují do obalů.
- Maximální velikost kořenového balu (platí pro stromy pěstované v minerální půdě i kontejnerech):
  - průměr kořenového balu – minimálně 7 až 10 násobek průměru kmene ve výšce 1 m nad zemí, nebo minimálně 3 násobek obvodu kmene ve výšce 1 m nad zemí, ale obecně – minimálně 60 cm. Z biologického hlediska – odebírat v místě růstu jemných kořenů.
  - výška kořenového balu – u snadno přesaditelných stromů (3. skupina) minimálně ½ průměru balu, u ostatních (1. a 2. skupina) minimálně 2/3 průměru balu

#### Technologie přesadby vzrostlých stromů

- Regenerace kořenů závisí na dostatku vody, živin, organické hmoty, kyslíku + nutná příprava kořenového systému; lze užít i aktivizující látky (antitranspiranty, hydrogely, růstové látky).
- Růstové podmínky:
  - přesazovat do kvalitních humózních půd; v případě, že tato podmínka není splněna, je třeba vysazovat do velkých jam (čím větší – tím lepší)
  - minimální velikost jámy – jáma je vždy větší, prostor mezi stěnou jámy a kořenovým balem se vyplňuje substrátem nebo zeminou – na 1 cm průměru kmene ve výšce 1 m je třeba dodat minimálně 40 litrů
  - v případě, že je dodáván substrát – vhodná je rašelina obohacená Cereritem (na 40 l rašeliny 20 dkg Cereritu), podstatně výhodnější je však místo substrátu dodávat humózní mykorhizní půdu
  - na suchých stanovištích je vhodné přidat i hydrogel
- Příprava nadzemní části na přesazení:
  - korunu tvarovat ve vegetační době (minimální kontaminace houbovými patogeny)

- omezení transpirace – odstraněním větví (až 30 % - pouze u listnáčů), bandážováním kmene a silných větví (bandáž z juty – brání mechanickému poškození i ztrátě vody), odstraněním posledních přírůstků (nejvíce transpirují), aplikací antitranspirantů
  - stažení koruny – provazem nebo sítí, až těsně před transportem, směr stažení – podle růstu větví
- Doba přesazení:
- při zabezpečení ochrany kořenového balu celý rok (výjimky – zmrzlá a rozbahnělá půda, intenzivní přísušky, když stromům intenzivně rostou tohoroční přírůstky); nejvhodnější období – před růstem kořenů (viz periody růstu kořenů)
  - nadměrně velké stromy přesazovat raději v zimě, vhodná je i přesadba v noci, vždy za podmračeného počasí
- Biotechnika přesadby:
- při přesadbě nesmí být poškozen strom ani kořenový bal
  - pro manipulaci se užívají hydr. ruky, jeřáby apod.
  - jámu připravit předem (min. 1 týden před přesadbou – oxidace půdy), v době sadby musí být jáma vlhká a nesmí mít ohlazené stěny
  - strom umístit do svislé polohy (u starších je vhodná stejná orientace dle světových stran jako před výsadbou)
  - odstranit fixaci obalu (je-li pouze juta a pálený drát – neodstraňuje se – v půdě se do dvou let rozpadne)
  - strom zafixovat a otvor jámy vyplnit substrátem nebo zeminou (lze dodávat i v kašovitě substanci)
  - pro zajištění závlahy a výživy se do jámy umísťují tzv. „husí krky“; jde o propustnou umělohmotnou hadici o průměru až 8 cm, umísťuje se v horní třetině jámy, po celém jejím obvodu, jeden konec musí vyčnívat nad zemí (cca 20 cm)
  - v případě, že není použit husí krk, po výsadbě se kolem stromu vytvoří hliněná ohrádka, do které se nalévá voda
  - stromy se nesmí utápět
  - fixace stromu – nejlépe na 3 body, kůly vysoké max. 1,2 m, vlastní úvazek ke kmeni je vždy textilní a pod úvazek se dává textilní límec (úvazek nesmí poškozovat a zaškrcovat kmen), doba fixace max. 2 až 3 roky (jsou-li kůly vyšší nebo doba fixace delší – strom vytvoří malý kořenový systém)



- Ošetření po výsadbě:
  - realizuje se po 3 roky po přesadbě
  - závlaha – 1. týden po přesazení 200 l každý 2. den, ve zbývajících částech vegetačního období 400 l týdně (uvedená dávka je na 1 m<sup>3</sup> balu – nutno přepočítávat)
  - omezení transpirace a výparu – odstranění větví (až 20 %), vlhčit bandážování, stromy mlžít, použít antitranspiranty, vysoká nastýlka drcené kůry (až 40 cm, nepřihruje se zcela ke kmeni)
  - výživa – do země přes husí krky, postřikem na list, používají se plná hnojiva, až 8x za vegetační období, ukončit v 8. měsíci (aby strom nastoupil do dormance)
  - strom a zásepka sedají – nutná kontrola spojení balu s rostlou půdou, v případě prohlubní donáška zeminy
  - řezné rány a poranění ošetřit fungicidem
  - vhodná je závlaha auxinoidy (pro podporu tvorby kořenů, jde však o velmi nákladnou operaci)

#### Přesazování vzrostlých stromů bez přípravy kořenového systému

- Možné pouze u některých dřevin – 3. skupina (snadno přesaditelné) a velmi mladé stromy 2. skupiny (přesaditelné).
- Průměr kmene max. 15 cm.
- Co největší kořenový bal (odebírat v místě růstu jemných kořenů).
- Velká péče a intenzivní ošetřování po výsadbě; přesto velmi často dlouhodobá stagnace v růstu.

#### Přesazování prostokořenných vzrostlých stromů

- Pouze rody Tilia, Fraxinus, Acer, Populus.
- Stáří max. 12 let.
- Velikost kořenového systému větší než při přesadbě stejných stromů s kořenovým balem (kořenový systém musí mít jemné kořeny).
- Při transportu účinná ochrana kořenového systému – antidesikant + přebal vlhkou jutou.
- Co největší velikost jámy (minimálně tak velká, jak velký je kořenový systém).
- Pro zasypávání použít pouze kvalitní humózní a mykorhizní zeminu.

- Do dna jámy zarazit kůl (nutná účinná impregnace – nejlépe opálení ohněm), kůl slouží nejen k fixaci stromu po výsadbě, ale usnadňuje i vlastní výsadbu.
- Před výsadbou kořenový systém ošetřit antidesikantem.
- Při zasypávání stromem třást (každý kořen v kontaktu s půdou).
- Několikrát půdu zhutnit (zhutněný povrch mechanicky narušit).
- Před posledním zasypáním řádně zavlažit, lze umístit i husí krky.
- Další ošetřování je stejné jako při výsadbě krytokořených stromů.

Popsaný postup výsadby a péče o vzrostlé stromy v principech platí i pro výsadbu prostokořených nebo krytokořených poloodrostků a odrostků (vzrostlé zeleně).

#### Transport vzrostlých stromů

- Na ložnou plochu dopravního prostředku umístit vrstvu substrátu (minimalizace negativních vlivů otřesů).
- Substrátem prosypat kořenové baly, vše zavlažit.
- Koruny umístit a podložit tak, aby nedošlo k jejich poškození.
- Celé překrýt vzduch nepropouštějící plachtou.
- Po transportu nejlépe ihned výsadba; krátkodobě (max. 3 dny) lze umístit na závětrné a proti slunci kryté místo, stromy do svislé polohy.

## METODY HODNOCENÍ KVALITY SADEBNÍHO MATERIÁLU

Oldřich Mauer

- Špatná kvalita sadebního materiálu je nejčastější příčinou úhynu po výsadbě. V současné době, kdy tyto ztráty přesahují 35%, se užívá sadební materiál, který více než z 15% nesplňuje parametry nadzemní části, z 45% nesplňuje parametry kořenového systému a více než z 50% je fyziologicky oslabený.
- Kvalita sadebního materiálu je ovlivňována nevhodným způsobem jeho pěstování (kvalita genetická, morfologická i fyziologická), nevhodnou manipulací a dopravou (zejména kvalita fyziologická), nevhodným užitím a biotechnikou zalesňovacích prací (kvalita genetická, morfologická a fyziologická).
- Kvalita sadebního materiálu je komplex vzájemně podmíněných znaků a vlastností sadebního materiálu. Při hodnocení kvality nemůžeme vyhodnotit pouze jeden parametr, ale parametrů několik a tyto dát do vzájemných vazeb. Velmi důležitou součástí této analýzy je i kvalita stanoviště, pro které je hodnocený materiál určen.
- Kvalita sadebního materiálu se dělí na kvalitu genetickou, morfologickou a fyziologickou. Legislativně je určena Lesním zákonem a Zákonem o obchodování s reprodukčním materiálem. Při zalesňování nesmí být použit sadební materiál, který neodpovídá této legislativě.

### KVALITA GENETICKÁ

- Genetická kvalita hodnotí (prokazuje) původ reprodukčního materiálu, z něhož byl sadební materiál vypěstován. Genetická kvalita má přímou vazbu na ztráty po výsadbě pouze tehdy, když pro výsadbu byl užit sadební materiál výrazně mimo optimum své ekovalence. I když užití sadebního materiálu nevhodné genetické kvality nemusí vždy vyvolávat ztráty po výsadbě, vždy negativně ovlivňuje odrůstání a vývoj porostů v dalších letech (při zjištěném porušení zásad přenosu reprodukčního materiálu by měla být vysázená kultura vytrhána a holina znovu zalesněna). Sadební materiál téže dřeviny, ale rozdílného genetického původu, často vyžaduje i rozdílné postupy jeho pěstování. Genetická kvalita je proto základem kvality sadebního materiálu.
- I když v současné době je genetická kvalita kontrolována pouze administrativně (kontrola dokladů o původu, značením reprodukčního a sadebního materiálu), jsou rozpracovány metody, které by ji určily exaktně.

## Metoda PCR

**Princip** – dá se rychle zjistit, zda DNA obsahuje patřičnou informaci, která má vazbu na původ.

**Postup** – odebere se explantát, na úrovni buňky se namnoží DNA a zjistí se, zda obsahuje příslušnou informaci (vzájemně se hodnotí kontrolovaný sadební materiál a stromy, z nichž byl odebrán reprodukční materiál – u obou musí být informace stejná).

**Výsledky** – metoda je rozpracována; provozně využitelná je u vegetativně množeného sadebního materiálu, u generativně množeného sadebního materiálu je zatím problém v tom, že není znám otec.

## Izoenzymové testy

**Princip** – bílkoviny jsou primární produkty genové činnosti, proto mají úzkou vazbu k DNA. U jednotlivých genotypů jsou sice produkovány stejné enzymy, tzn. katalyzují stejnou biochemickou reakci, ale liší se od sebe tvarem a velikostí molekuly nebo fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Izoenzym je různá molekulární forma téhož enzymu.

**Postup** – odebere se explantát a zjistí se forma jeho izoenzymu (vzájemně se hodnotí kontrolovaný sadební materiál a stromy, z nichž byl odebrán reprodukční materiál – u obou musí být stejná forma izoenzymu).

**Výsledky** – problémy a současný rozsah užití jsou stejné jako u metody PCR; na stejném principu (bílkoviny mají vazbu k DNA) lze hodnotit i monoterpeny nebo fenoly, nehodnotí se však jejich forma, ale jejich přítomnost (zastoupení).

## Multiradiometrické měření

**Princip** – rostlina vyzařuje energii, její kvantita a kvalita jsou geneticky fixovány.

**Postup** – měření jasových teplot v infračerveném pásmu (2 až 35  $\mu\text{m}$ ), v mikrovlnném pásmu (11 GHz) a teploty vzduchu; výsledná hodnota je vypočítána pomocí speciálních rovnic.

**Výsledky** – zatím ve fázi výzkumného ověřování.

## KVALITA MORFOLOGICKÁ

- Morfologická kvalita je komplex exaktně měřitelných nebo vizuálně hodnocených parametrů a znaků, které hodnotí velikost a tvar rostliny.
- Základem morfologické kvality sadebního materiálu je kvalita jeho kořenového systému. Proto i podle kvality a velikosti kořenového systému je sadební materiál dělen na semenáčky (bez mechanické úpravy kořenového systému), sazenice (s jednou mechanickou úpravou kořenového systému), poloodrostky (se dvěma úpravami

kořenového systému) a odrostky (minimálně se dvěma úpravami kořenového systému a tvarovanou nadzemní částí). Mechanická úprava kořenového systému (jeho zkrácení) stimuluje tvorbu kořenů vyšších řádů a tím udržuje kořenový systém v koncentrované formě, zvětšuje jeho objem a vylučuje jeho deformace. Její účinnost je však pouze dva roky (po dvou letech se kořenový systém rozrůstá a obnovuje svoji architekturu).

- Délka nadzemní části (jak je v praxi často užíváno) není kladným parametrem kvality. U nadzemní části je rozhodujícím parametrem kvality poměr délky nadzemní části k tloušťce kořenového krčku. Čím je kořenový krček tlustší, tím je sadební materiál kvalitnější. Proto u semenáčků, sazenic nebo poloodrostků máme rostliny se shodnou délkou nadzemní části (50 – 80 cm), ale tyto rostliny se od sebe odlišují zejména v kvalitě kořenového systému a tloušťce kořenového krčku.
- Základními dělicími znaky morfologické kvality sadebního materiálu jsou – druh dřeviny, typ sadebního materiálu (semenáček, sazenice, poloodrostek, odrostek) a jejich výškové rozpětí v cm (rozpětí je vždy tak široké, aby všechny další parametry a znaky byly pro toto rozpětí biologicky přijatelné).

### **Morfologická kvalita nadzemní části (parametry a znaky)**

- tloušťka kořenového krčku; čím je kořenový krček tlustší, tím je sadební materiál kvalitnější
- maximální věk pěstování; i když nelze jednoznačně říci, že starší sadební materiál bude po výsadbě horší, jednoznačně lze říci, že nebyl vypěstován v optimálních podmínkách nebo standardními postupy
- neprůběžnost (zvlnění) kmínku; jsou určeny limity jednostranného a oboustranného zvlnění, výška začínajícího zvlnění nad kořenovým krčkem a průběh zvlnění
- vícekmenný sadební materiál (rostliny s více kmínky vytvořenými v předcházejících letech) není přípustný; u listnatých dřevin je přípustný stav, když jeden z kmínků je minimálně o 20% delší než kmínky ostatní, nebo je o 100% tlustší než kmínky ostatní
- vícečetné letorosty (kmínek s více terminálními výhony vytvořenými v posledním roce pěstování); u jehličnatých dřevin jsou nepřipustné, u listnatých dřevin jsou přípustné
- terminální výhon je zakončen vyžralým neporušeným životaschopným terminálním pupenem

- nadzemní část není mechanicky poškozena s výjimkou úmyslného tvarování koruny. Tvarováním se rozumí zkracování nebo odstraňování bočních větví (ne tlustších než 6 mm) na větevnický kroužek, u BŘ, OL a JŘ i zkracování kmínku

### **Morfologická kvalita kořenového systému (parametry a znaky)**

- poměr objemu nadzemní části k objemu kořenového systému; čím je kořenový systém větší, tím je sadební materiál kvalitnější
- podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému; nejdůležitější částí kořenového systému jsou jemné kořeny (kořeny slabší než 1 mm, zajišťují výživu a vodu a jsou i znakem kvalitní mykorhizy); čím je jemných kořenů více, tím je sadební materiál kvalitnější
- maximální délka kosterních kořenů; velikost kořenového systému ovlivňuje délka kosterních kořenů; čím však jsou tyto kořeny delší, tím nákladnější je přeprava sadebního materiálu a při výsadbě musí být vytvořeny velké otvory v půdě (nebo je kořenový systém zkrácen, čímž může dojít ke snížení jeho kvality; nepřípustná je deformace velkého kořenového systému do malého otvoru)
- odchylky od přirozené architektury kořenového systému; jsou vyvolány buď deformacemi, nebo absencí části kořenového systému, jsou nepřípustné, neboť jsou predispozičním faktorem pro budoucí mechanickou nestabilitu stromu, jeho kolonizaci parazitickými houbami a snížení celkové vitality; maximální přípustné odchylky jsou slovně popsány a jednoznačně graficky zachyceny
- kořenový systém není mechanicky poškozen s výjimkou jeho úmyslného zkracování; maximální tloušťka zkracovaných kořenů nesmí přesáhnout 6 mm, u poloodrostků 10mm, řez je veden kolmo na osu kořene a je hladký

### **KVALITA FYZIOLOGICKÁ**

- Fyziologická kvalita je komplex exaktně měřitelných nebo vizuálně hodnotitelných parametrů a znaků, které hodnotí to, „co se děje uvnitř rostliny. Těchto parametrů a znaků je celá řada, pro potřeby obnovy lesa a hodnocení kvality sadebního materiálu jsou dále popsány ty nejdůležitější a to ve vazbě na hodnocení obsahu vody, obsahu zásobních látek, stavu dormance a celkové vitality rostlin.
- Za fyziologicky nekvalitní jsou považovány rostliny s barevnou změnou asimilačního aparátu nebo abnormálními přírůsty (hladové přírůsty, přírůsty větší než polovina celkové výšky rostliny).

## Zjišťování obsahu vody

### Hodnocení obsahu vody gravimetricky (váhově)

**Princip** – při dlouhodobém skladování nebo založení jehličnanů nesmí hmotnost celé rostliny klesnout pod 85%, u listnáčů pod 90% původní hmotnosti; při krátkodobém skladování nebo založení jehličnanů i listnáčů nesmí hmotnost celé rostliny klesnout pod 90% původní hmotnosti.

**Postup** – zjistí se hmotnost na počátku skladování a hmotnost v době měření (hodnotit lze i celý svazek rostlin); při 80°C se rostliny vysuší, zjistí se hmotnost sušiny a vypočte se procento úbytku hmotnosti.

**Výsledky** – rychlá a použitelná metoda u dormantních rostlin, která však vyžaduje zjištění hmotnosti na počátku skladování (založení).

### Hodnocení obsahu vody měřením elektrické vodivosti (admittance) nebo odporu (impedance)

**Princip** – existuje vztah mezi měřitelnými elektrickými charakteristikami a fyziologickým stavem rostliny, lze sestavit elektrický model buňky.

**Postup** – hroty měřicího přístroje ponoříme do rostliny a přístroj nám ukáže naměřenou hodnotu; tuto hodnotu porovnáme s kalibračními hodnotami a vyjádříme se k fyziologickému stavu rostliny; některé přístroje vyhodnocují přímo i fyziologický stav (např. výchylka do červené části ciferníku charakterizuje špatný stav).

**Výsledky** – velmi rychlá a módní metoda, použitelná i v terénu (měřicí přístroje, které lze i nakoupit, jsou malé – kapesní a zdrojem energie jsou baterie); metoda vyžaduje kalibraci; vzhledem k tomu, že naměřenou hodnotu ovlivňuje celá řada faktorů (dřevina, místo měření, hloubka ponoření hrotů, teplota a povrchová vlhkost rostliny, obsah zásobních látek v rostlině), zatím jde o metodu velmi nepřesnou.

### Intenzita vylučování „pryskyřice“

**Princip** – po mechanickém poškození je výron „pryskyřice“ v úzké korelaci s vodním režimem.

**Postup** – ve středu posledního přírůstu vyřízneme trojúhelníkový zářez (až do dřeva – cca do jedné třetiny tloušťky); rostlinu uložíme vodorovně a po 10 minutách vyhodnotíme množství „pryskyřice“; v zářezu:

1. zářez je suchý nebo 1 – 2 kapičky – beznadějně oslabená rostlina
2. kapka (kapky) do 1/4 objemu zářezu – velmi slabá rostlina

3. „pryskyřice“ po celé ploše zářezu, ale pouze do 1/2 objemu zářezu – částečně oslabená rostlina
4. „pryskyřice“ do 3/4 objemu zářezu a nevytéká – dobrý stav rostliny
5. „pryskyřice“ vyplní zářez a vytéká – velmi dobrý stav rostliny

**Výsledky** – použitelné pouze u smrku a borovice.

#### Stav desikačních dutinek

**Princip** – jde o výsledek vysychání pletiv dormantních pupenů (konkrétně u dřeňového parenchymu na bázi pupene – je to místo základu výhonu příštího roku); při dostatku vody jsou buňky plné a celý prostor je vyplněn, při ztrátě vody se buňky zmenšují a objevují se dutiny – čím větší ztráta vody, tím větší je dutina – viz obr. 1

- 1. fáze – dokonalá saturace vodou
- 2. fáze – malé dutinky bez škodlivých vlivů
- 3. fáze – střední dutina s konkávní stěnou otočenou k dřeni
- 3a – při rychlém vysychání stěna nepravidelná
- 3b – při pomalém vysychání stěna pravidelná
- 4. fáze – velké dutiny s konvexní stěnou od dřene
- 4a – při rychlém vysychání stěna nepravidelná
- 4b – při pomalém vysychání stěna pravidelná
- 5. fáze – vznik velkých dutin i při bázi primordia
- 6. fáze – totéž co fáze 5 plus zelená nebo hnědá barva primordia

Do fáze 2 jde o stav reversibilní (po dodání vody se dutina zatáhne), od fáze 3 jde o stav ireversibilní; ve fázi 3 jsou rostliny velmi oslabené, od fáze 4 jsou rostliny nepoužitelné.

**Postup** – testujeme pouze dobře vyzrálé a vyvinuté pupeny v dormanci (nejlépe terminální); řez umístíme středem špice a středem pupene; třeba pracovat rychle – po řezu se dřev sama zmenšuje, po kápnutí vodou se dutina zatahuje; vyhodnocuje se pomocí lupy.

**Výsledky** – velmi dobrá a rychlá metoda použitelná pouze u smrku a jedle.

#### Kořenové krvácení

**Princip** – po odříznutí nadzemní části se na řezné ráně pahýlu objeví výron; čím má rostlina více vody, tím je výron větší; intenzitu krvácení (velikost výronu) lze ovlivnit – růstovými látkami, pesticidy, nedostatkem kyslíku v půdě; existuje periodicitu krvácení – denní, noční.



**Postup** – dosytíme půdu na plnou polní vodní kapacitu (zamezit zápornému krvácení); rostliny uřízneme v kořenovém krčku; zjistíme velikost výronu:

- navlékneme trubičku a sledujeme výšku menisku,
  - připevníme savé proužky a sledujeme výšku nasátého výronu,
  - na řeznou ránu připevníme porézní materiál a množství výronu zjistíme hmotnostně (vážením);
- vždy chránit před přímým osluněním; vždy měřit u více rostlin a to opakovaně.

**Výsledky** – nutná předem známá kalibrace nebo souběžné hodnocení rostlin dobře zásobených vodou; rostliny musí být v době měření zakořeněny v půdě.

#### Intenzita absorpce vody kořeny – potometricky

**Princip** – kořenový systém zajišťuje vodu – fyziologická kvalita se projevuje savou silou; čím větší je savá síla, tím více vody rostlina má.

**Postup** – do nádoby nalijeme vodu; do vody umístíme rostlinu – zafixovat po kořenový krček; vodu zalijeme rostl. olejem (zamezíme vypařování) a na nádobě označíme výšku hladiny; necháme exponovat (aby úbytek vody byl znatelný – cca 2 až 3 cm); dolitím po značku přesně zjistíme úbytek vody; přepočteme spotřebu vody na hmotnost kořenového systému ( $\text{ml} \cdot \text{g}^{-1}$ ).

**Výsledky** – nutná předchozí kalibrace nebo souběžné hodnocení s rostlinami dobře zásobenými vodou; lze hodnotit i rostliny před a po skladování.

#### Intenzita transpirace

**Princip** – intenzita transpirace je výdej vody ve formě par z povrchu těla rostliny, jde o fyzikální jev výrazně ovlivňovaný množstvím vody v rostlině; obecně – čím větší je transpirace, tím větší je obsah vody v rostlině; kratší dobu po odříznutí dekapitovaná část transpiruje stejně jako rostlina.

**Postup** – odřízneme část větve, řeznou ránu zaslepíme voskem; okamžitě zvážíme, vážení nesmí přesáhnout 10 sec (hmotnost stále klesá); odříznutou část vrátíme zpět, do stejné polohy (na držáky); po 3, 5, 10 minutách vážení opakujeme; z rozdílu hmot (úbytku vody) vypočteme intenzitu transpirace (tj. množství vytranspirované vody v mg na g čerstvé hmotnosti za minutu).

**Výsledky** – měření je třeba opakovat (ráno, večer); nutná předchozí kalibrace nebo souběžné hodnocení s rostlinami dobře zásobenými vodou.

### Strhnutí kůry na kořenech

**Princip** – při zasychání kořenového systému nejdříve vyschnou krycí pletiva a ztrácí se „míza“.

**Postup** – nehtem se strhne kůra na kořenech o tloušťce cca 2 mm

- odloupne-li se pouze kůra – dobrý stav,
- utrhne-li se i další část pletiv – špatný stav,
- kůra se odloupne již při dotyku – špatný stav.

**Výsledky** – jde o nejužívanější metodu hodnocení obsahu vody v praxi; metoda vyžaduje zkušenost; metoda se dá obejít – po namočení zaschlého kořenového systému se kůra lehce strhne.

### Uzly na jemných kořenech

**Princip** – při vysychání se jemné kořeny lámou.

**Postup** – na jemném kořenu uděláme uzel, u rostlin dobře zásobených vodou se kořen nesmí ani nalomit.

**Výsledky** – dobrá a rychlá metoda.

### Metoda tlakové nádoby

**Princip** – při navozeném tlaku na rostlinu se na řezné ráně objeví výron; čím má rostlina více vody, tím menší tlak je třeba navodit.

**Postup** – měřená část rostliny se umístí do tlakové nádoby – řezná rána je vně nádoby; v nádobě se zvyšuje tlak tak dlouho, až se na řezné ráně objeví výron.

**Výsledky** – jediná exaktní metoda pro zjišťování obsahu vody; běžně se užívá v Severní Americe, v ČR je testována; celou měřicí aparaturu lze koupit, aparatura je přenosná a váží 12 kg.

### Zjišťování stavu dormance

#### Cytologická metoda

**Princip** – meristematické buňky se ve stavu dormance nedělí (neprobíhá mitóza), v době dormance jsou buňky ve stádiu interfáze.

**Postup** – terminální pupen se ponoří do fixační směsi – umrtvení buněk; realizují se mikroskopické řezy, které se ponoří do macerační směsi – oddělení buněk; u buněk se zabarví chromozomy a vizuálně pod mikroskopem se zjistí stav.

**Výsledky** – exaktní metoda vyžadující laboratoř.

#### Odolnost rostlin k mrazu

**Princip** – nástup dormance přináší výraznou změnu odolnosti rostlin vůči mrazu, tato změna probíhá rychle (během několika dnů) a je výrazná (proto ji lze měřit pomocí elektrických charakteristik).

**Postup** – měřenou rostlinu (část rostliny) uložíme do polyetylenových sáčků (zamezíme vysychání); po dobu 1 hodiny necháme v místnosti vytemperovat; změříme její elektrický odpor (R1) nebo vodivost (G1) jakoukoliv měřicí jednotkou s kmitočtem max. 1 kHz; vzorky v sáčcích umístíme do chladících boxů (mrazničky, teplota -16°C) po dobu 20 hodin; po vyjmutí z boxů 2 hodiny temperovat v místnosti; změříme jejich elektrický odpor (R2) nebo vodivost (G2); rozsah poškození se odvozuje z poměru G2/G1 nebo R1/R2

- u dormantních rostlin je poměr cca 1,0,
- u sazenic nesmí přesáhnout 2,5, u semenáčků 2,0.

**Výsledky** – velmi rychlá a přesná metoda; lze měřit i elektrickou vodivost výluhů asimilačního aparátu.

#### Zdřevnatění

**Princip** – ke zdřevnatění (a tím nástupu dormance) dochází tím, že mezi micely dřeva je ukládán lignin, chemickou reakcí lze zjistit přítomnost ligninu.

**Postup** – činidla - A – roztok 1 g floroglucinolu v 50 ml 95% alkoholu,

- B – 25% kyselina chlorovodíková,
- jednotlivé ingredience lze nakoupit v drogerii, celý přípravek lze nakoupit pod obchodním označením Kontest R;

– na řeznou ránu (podélný řez pod terminálním pupenem) působíme činidlem A, potom činidlem B; lignifikovaná pletiva se zabarví výrazně červeně, reakce není stálá – barva rychle bledne.

**Výsledky** – rychlá, ale velmi nepřesná metoda, nezjišťujeme zastoupení ligninu, ale jeho základního stavebního prvku – cukru; často se stává, že cukr již vytvořen je, ale lignin ne (rostlina není v dormanci); exaktní zjišťování ligninu barvením v safraninové modři vyžaduje až devítidenní odvodnění vzorku v alkoholové lázni.

### **Hodnocení obsahu zásobních látek**

- Stav zásobních látek lze exaktně zjišťovat pouze souběžným zjišťováním zásoby cukrů a škrobu. Tyto analýzy jsou však poměrně náročné a lze je realizovat pouze ve specializovaných laboratořích.

#### **Hodnocení obsahu škrobu**

**Princip** – existuje úzká korelace mezi obsahem cukrů a škrobu, čím více zásobních látek rostlina má, tím více má škrobu; chemickou reakcí lze zjistit přítomnost škrobu.

**Postup** – na rozříznutý kmínek v oblasti kořenového krčku nanese se Lugolův roztok (jde o nasycený roztok jódu a jodidu draselného – lze nakoupit, lze užít i jodovou tinkturu – jde o nenasycený Lugolův roztok); škrob se zabarví tmavě modře nebo černě; reakce trvá delší dobu – až 5 minut, roztok se nanáší opakovaně.

**Výsledky** – rychlá a jednoduchá metoda, která vyžaduje zkušenost nebo souběžné srovnání s rostlinou dobře zásobenou živinami; podle způsobu ukládání zásobních látek orientovat směr řezu (kolmo – šikmo na osu kmínku).

### **Hodnocení vitality**

- Při užití testů vitality někdy nezjistíme exaktní příčinu poškození rostliny, ale zjistíme její celkový fyziologický stav.

#### **Hodnocení růstového potenciálu kořenů**

**Princip** – růstový potenciál kořenů je schopnost rostliny rychle obnovit růst kořenů; poskytuje komplexní informace, neboť jakékoliv fyziologické oslabení se projeví na růstu kořenů.

**Postup** – rostliny jsou testovány v optimálních růstových podmínkách (kořenový systém v hydroponickém roztoku, teplota +20°C, sodíkové světlo po dobu 16 hodin); po třech týdnech se vyhodnocuje kolik rostlin a kolik kořenů obnovilo růst.

**Výsledky** – exaktní metoda, která vyžaduje speciální růstovou komoru; nevýhodou je i dlouhá doba testování; metodu lze použít i při testování rostlin pro určité stanoviště (stanoviště je simulováno – např. zasolení půdy).

## Test OSU

**Princip** – hodnotí se obnovení růstu kořenů (stejně jako u metody „Hodnocení růstového potenciálu kořenů“); výhodou je, že současně i zjistíme, jak budou rostliny reagovat po středně velkém stresu.

**Postup** – testované rostliny rozdělíme na dvě části, jedna část je před testem stresována (při teplotě +32°C, 30% relativní vzdušné vlhkosti, po dobu 15 minut); další postup je shodný jako u metody „Hodnocení růstového potenciálu kořenů“.

## Zjišťování vitality pomocí fluorescence

**Princip** – světlo je spotřebováno na fotosyntézu, nebo je zpětně vyzářeno jako teplo nebo fluorescence – Ecelk. = E<sup>1</sup>fluorescenční + E<sup>2</sup>tepelná + E<sup>3</sup>fotosyntetická; v normálních podmínkách je E<sup>1</sup> + E<sup>2</sup> minimální; je-li rostlina stresována, je E<sup>3</sup> minimální a energie je zpětně vyzářována; měřením E<sup>2</sup> nebo E<sup>1</sup> lze určovat velikost stresu (lépe měřit E<sup>1</sup>, záření v červené oblasti 690 nebo 740 nm); ozáříme-li zakrytý list, do 1 minuty fluorescence výrazně stoupá (f<sub>α</sub>), pak ale klesá a do 5 minut se ustálí (f<sub>s</sub>).

**Postup** – měřenou část na 20 minut zatemníme a pak ozáříme He – Ne laserem; změříme hodnoty f<sub>α</sub> a f<sub>s</sub> a vypočteme jejich poměr –  $R_{f\alpha 690\text{ nm}} = \frac{f_{\alpha}}{f_s}$ ; je-li hodnota menší než 1,5, rostliny jsou ve stresu.

**Výsledky** – celou měřicí aparaturu lze nakoupit, je přenosná.

## **Další metody zjišťování fyziologické kvality sadebního materiálu**

### Poškození rostlin mrazem

- lze zjišťovat na počátku jarního období u listnáčů
- podélně se rozřízne dormantní pupen
- v případě poškození mrazem mají pletiva tmavě zelenou nebo hnědou barvu (nepoškozená pletiva mají světle zelenou až žlutou barvu)

### Odolnost rostlin k mrazu

- snížená odolnost vůči mrazu bývá obzvláště u rostlin přehnojených dusíkem
- po dobu 20 hodin umístíme rostliny do teplot -20°C
- při jejich poškození dochází cca po 8 dnech k barevným změnám pletiv pupenů (hnědá, tmavě zelená barva)

### Potenciál sorpční schopnosti kořenového systému

- i když jde o vizuální morfologické hodnocení rostlin, výstupem je hodnocení předpokladu jejich fyziologické kvality – Potenciál sorpční schopnosti kořenového systému (I)

$$I = P \cdot K \cdot \frac{M(\alpha - 1)}{100}$$

- počítá se podle vzorce

$\alpha$  = sorpční schopnost mykorhizních kořenů / sorpční schopnost nemykorhizních kořenů  
(bez exaktního zjišťování se užívá koeficient 2)

P – množství a intenzita větvení kosterních kořenů; dělá se odhadem, tříčlennou stupnicí

- 1 – řídké, nepravidelné větvení
- 2 – časté a pravidelné větvení
- 3 – bohaté větvení

K – hustota krátkých kořenů (kořenových špiček); dělá se odhadem, tříčlennou stupnicí

- 1 – kořeny jen místy s malým množstvím krátkých kořenů
- 2 - kořeny s četnými krátkými kořeny
- 3 – kořeny pravidelně s velmi četnými krátkými kořeny

M - % zjištěných mykorhiz (dělá se odhadem od 0 do 100)

- výsledná hodnota I je v intervalu od 0,1 do 9,0; hodnoty pod 3,0 jsou velmi špatné, dobrou kvalitu signalizují hodnoty nad 6,0
- metoda vyžaduje zkušenost hodnotitele

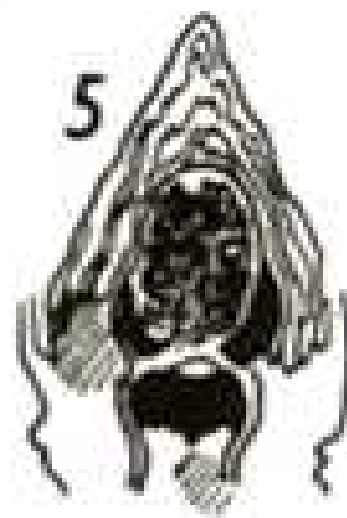
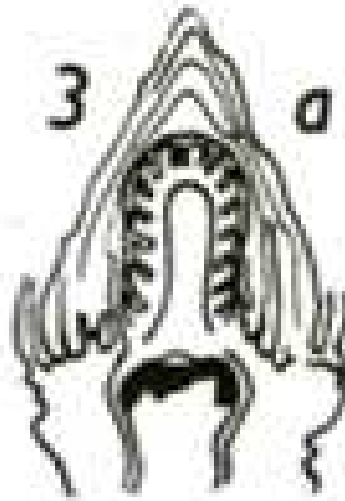
### Obecné poznámky k hodnocení kvality sadebního materiálu

- Sadební materiál nesmí být napaden biotickými škůdci a chorobami (výjimky řeší speciální vyhláška).
- Krytokořenný sadební materiál musí splňovat všechny parametry a znaky jako sadební materiál prostokořenný; jeho kořenový bal je soudržný, vlhký a prokořeněný, obal se nesmí rozpadat a u obalů neprostupných pro kořeny musí umožnit bezškodné vytažení kořenového balu.
- Aby byly minimalizovány deformace kořenů a současně zajištěn odpovídající prostor pro vývin kořenového systému, legislativa u krytokořenného sadebního materiálu stanovuje minimální výšku a horní průměr užitého obalu.

- Všechny nové typy obalů pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu musí projít kontrolním testem; jeho cílem je zjistit, zda:
  - obal svým chemickým složením nepůsobí toxicky (inhibičně) na růst pěstovaných rostlin,
  - obal nevyvolává deformace kořenového systému pěstovaných rostlin,
  - u pro kořeny prostupných obalů se obal v půdě rychle rozkládá,
  - při pěstování rostlin a v průběhu jejich manipulace není obal napaden plísněmi nebo houbami,
  - při běžné manipulaci a v průběhu pěstování rostlin se obal samovolně mechanicky nerozpadá.
- Současné platné standardy sadebního materiálu v ČR nejen respektují příslušné normy EU, ale tyto normy dále rozpracovávají – precizují (jsou přebírány i v zahraničí).
- Platná legislativa je koncipována tak, aby všechny parametry morfologické kvality bylo možno rychle a exaktně ověřit na místě (např. při předání sadebního materiálu), na témže místě je možno orientačně ověřit i některé parametry fyziologické kvality.
- Hodnocení kvality sadebního materiálu vyžaduje zkušenost hodnotitele. V běžné provozní praxi jsou exaktně hodnoceny pouze výška nadzemní části a tloušťka kořenového krčku (k tomu slouží většinou dřevěný metr, který má současně po milimetrech odstupňované výřezy pro měření tloušťky kořenového krčku), všechny ostatní parametry a znaky jsou hodnoceny pouze vizuálně – odhadem.
- Objemy rostlin nebo jejich částí se exaktně měří xylometricky:
  - princip – objem tělesa ponořeného do vody se rovná objemu vody tělesem vytlačené,
  - listnáče a modřín se měří zásadně bez asimilačního aparátu, ostatní jehličnany se měří s asimilačním aparátem,
  - měřená část rostliny musí být bez nečistot a zbytků půdy,
  - k měření se užívají plastové odměrné válce, drátky na stažení měřeného objektu a háčky na ponoření a vytažení objektu z válce.
- Byla vyvinuta automatická měřicí aparatura pro měření morfologické kvality. Na dopravníku se posouvají jednotlivé rostliny, které jsou obrazově snímány a pomocí počítače je okamžitě vyhodnocována jejich kvalita. Na základě tohoto hodnocení jsou potom rostliny i automaticky tříděny.

- Obzvláště při větších dodávkách sadebního materiálu by bylo žádoucí, aby jejich kvalitu předem komplexně a exaktně vyhodnotilo akreditované pracoviště (ověřuje i kvalitu nových obalů); tento postup by se však měl stát standardním postupem prodeje (nákupu) každého sadebního materiálu.
- Někteří školkaři „ověřují“ kvalitu prodáváného sadebního materiálu tak, že cca 100 rostlin z dodávky vysadí v blízkosti školky; tento postup je však nestandardní a v případě sporu i nepoužitelný (školkař mohl růst rostlin ovlivnit).
- Současně platná legislativa sice vyhodnocuje kvalitu sadebního materiálu komplexně, ale bez vazby na stanovištní podmínky – preferuje tzv. unistandardní přístup při pěstování sadebního materiálu (školkař tento sadební materiál vypěstuje pouze jemu vyhovujícími postupy); bylo by však žádoucí, aby sadební materiál byl pěstován pro konkrétní typ holiny – tzv. polystandardní přístup při pěstování sadebního materiálu (tento postup je náročnější na znalosti školkaře a vyžaduje úzkou spolupráci s majitelem lesa, neboť v potaz je třeba vzít ekotopický charakter holiny, její zabuření a pravděpodobný průběh počasí po výsadbě).





# **SPECIFIKACE STANDARDŮ KVALITY SADEBNÍHO MATERIÁLU A MANIPULACE OD JEHO VYZVEDNUTÍ VE ŠKOLCE PO VÝSADBU V HORSKÝCH POLOHÁCH.**

**Antonín Jurásek a kol.**

## **Úvod**

Úspěšnost zalesňování v horských polohách, především v 8. LVS a na extrémnějších stanovištích 7. LVS, závisí do značné míry na kvalitě sadebního materiálu. Genetickou kvalitu reprodukčního materiálu vymezuje poměrně přesně platná legislativa (Vyhl. 139/2004 Sb. pravidla přenosu). Výrazného pokroku bylo dosaženo i ve stanovení morfologických standardů kvality, které vymezuje ČSN 482115 „Sadební materiál lesních dřevin“, přičemž neopomenutelné parametry kvality sadebního materiálu se staly součástí „obchodovatelných standardů“ určených platným zněním zákona 149/2003 Sb. O obchodu s reprodukčním materiálem a jeho prováděcí vyhlášky (platné znění Vyhl.29/2004 Sb.). Touto legislativou jsou stanovena i obecná kritéria fyziologické kvality.

V souvislosti s vyššími nebo extrémnějšími horskými polohami se naskytá otázka, do jaké míry jsou tato opatření na úseku kvality sadebního materiálu dostačující nebo kde je vhodné je blíže specifikovat a doplnit.

Nejvíce pozornosti je podle našeho názoru třeba věnovat smrku ztepilému, který má v zájmové oblasti největší zastoupení. Zejména u této dřeviny je často diskutována otázka, zda-li je nezbytné pro tyto extrémní polohy sadební materiál dlouhodoběji pěstovat v podobných stanovištních podmínkách (aklimatizační školky), do jaké míry ovlivní prostředí školek v nižších polohách ujímavost a růst sazenic po výsadbě na horské holiny, zda je nezbytné přistupovat specificky k třídění semenáčků z 8. LVS apod.

V předkládaném textu uvádíme nejen tyto poznatky, ale pro lepší orientaci v problému předkládáme i nejdůležitější poznatky z literatury a našich pokusů, o které se následná praktická doporučení opírají. Obdobná doporučení vycházející z našich experimentů uvádíme i pro další důležitou dřevinu - buk, okrajově i pro další dřeviny.

Za významné považujeme i upřesnění zásad pěstování a použití krytokořenného sadebního materiálu (KSM) z hlediska eliminace deformací kořenů.

## **Optimalizace standardů kvality sadebního materiálu smrku ztepilého pro 8. LVS.**

Pěstování sadebního materiálu smrku pro 8. (a 9.) LVS má některé specifické požadavky v porovnání s běžnou praxí pro nižší polohy. Vyplývá to jednak ze skutečnosti, že sazenice jsou vysazovány do více či méně extrémních podmínek, jednak z poněkud odlišného charakteru růstu smrku pocházejícího z vyšších horských oblastí.

### Specifické požadavky (odchyly od běžných pěstebních postupů) ve školkách:

- **Semenáčky pro školkování** je možno pěstovat ve školkách bez významnějšího požadavku vymezení jejich nadmořské výšky, **na venkovních záhonech** se substrátem nebo minerální půdou. Pro školkování se používají ve věku dvou let (2+0). Pro letní školkování je možné vyzvedávat semenáčky již ve věku 1,5 roku.
- Semenáčky se pěstují jak v plnosíjích, tak v proužkových nebo řádkových síjích. Vzhledem k potřebě získat kvalitní semenáčky doporučujeme poněkud **nižší hustotu** semenáčků na záhonech než u běžné produkce pro nižší polohy. Optimální hustota je v plnosíji 500 – 600 ks.m<sup>-2</sup>, u proužkové nebo řádkové síje 60, maximálně 80 ks.bm<sup>-1</sup> proužku.
- Semenáčky je možné v prvním roce pěstovat i intenzivními postupy ve fóliovém krytu, nejlépe jako krytokořenné v menších typech plastových sadbovačů. Striktním požadavkem je včasné sejmutí fólie z fóliového krytu tak ,aby se semenáčky před další manipulací přizpůsobily venkovním podmínkám a zvládnutí technologického postupu tak, aby byl k dalšímu pěstování využitelný celý pěstovaný soubor semenáčků (velká výšková diferencovanost).
- **Nedoporučuje se přihnojovat semenáčky foliárně** (mimokořenová výživa). Optimální obsah živin je třeba zajistit na základě půdních analýz prostřednictvím hnojení půdy (substrátu) před školkováním. Optimální pH půdy je 4,5 až 5,5, obsah humusu v půdě by neměl poklesnout pod 3 %. Nepoužívat hnojiva obsahující stimulatory růstu. Přípustná je pouze inokulace substrátu nebo minerální půdy mykorrhizními houbami.
- Pesticidy lze používat pouze v minimálním, nezbytně nutném rozsahu, a to pouze pesticidy uvedené v seznamu schválených přípravků pro lesní hospodářství. Přípustné

je rovněž použití povolených přípravků na ochranu kořenů semenáčků proti oschnutí při vyzvedávání.

- Vzhledem k velké genetické cennosti a ke značné výškové diferenciaci semenáčků smrku z 8. LVS **je nežádoucí vyřazovat méně přirůstavé semenáčky do výmětu**. Pokud je růstová diferenciace tak výrazná, že neumožní současné mechanizované zaškolování všech semenáčků, je nutno menší semenáčky zaškolovat odděleně (např. ručně nebo jiným mechanizovaným postupem), ale tak, aby dále fyzicky i evidenčně tvořily součást původního oddílu sadebního materiálu. Tím je vytvořen zásadní předpoklad pro dopěstování celého genetického spektra horských populací.
- **Školkovat** je možno v běžných termínech, jak na jaře, tak v létě, **nutné je zajištění dostatečné závlahy**. Letní školování je nutno ukončit podle půdních a klimatických podmínek školky, nejdéle do konce srpna. Na těžších půdách je třeba zazimovat školované semenáčky rašelinou nebo jiným substrátem na ochranu proti vytahování mrazem.
- Rašelinné substráty používané při pěstování semenáčků a sazenic by měly být před použitím proporcionálně vyhnojeny tak, aby při expedici krytokořenného sadebního materiálu (dále jen KSM) nebyl substrát přehnojen. Acidita substrátu by se v možné míře měla blížit aciditě půdního prostředí na zalesňovaných plochách.

Pozn. Intenzivnější přihnojování ve školce, zejména s použitím tzv. pomalurozpustných hnojiv může být v prostředí 8. LVS a extrémnější lokalit nižších vegetačních stupňů příčinou omezeného rozrůstání kořenů a vzniku druhotných deformací. Na živnějších stanovištích tento problém zřejmě nevzniká. Otázky vytipování horských a extrémních lokalit, kde bude třeba usměrnit přihnojování KSM je předmětem intenzivního výzkumu VÚLHM, v. v. i., VS Opočno.
- **Při výběru velikostí a typů pěstebních obalů je bezpodmínečně nutné se řídit doporučením ČSN 482115**. Vhodné typy obalů jsou popsány v **“Katalogu biologicky vhodných obalů“**, který vydává VÚLHM v. v. i., VS Opočno. Pro smrk je možné doporučit jak prorůstavé tak neprorůstavé typy obalů.
- Sazenice smrku z 8. LVS se **dopěstovávají** (po školování nebo osázení do obalů) **ve školkách v nadmořských výškách klimaticky odpovídajících minimálně 500 m n. m.** Dlouhodobější pěstování v extrémních nadmořských výškách (nad 1000 m n. m.) není z ekonomických, ale i biologických hledisek výhodné a nutné.
- *Poznámka: striktní vymezení nadmořské výšky může být zavádějící vzhledem k odlišným podmínkám v různých horských oblastech. Obtížně lze např. porovnávat bezprostřední vliv nadmořské výšky v Beskydách a Jeseníkách s podmínkami v Krkonoších a Jizerských horách. Obdobně může například*

*školka ve 400 m n. m., vzhledem k své expozici a mikroklimatu mít pro pěstování sadebního materiálu pro horské podmínky příznivější klimatické podmínky než výše položená školka.*

- **Výsadbyschopnosti** lze obvykle dosáhnout po zaškolování během dalších dvou let pěstování na záhonech, ve výše položených školkách během 3 let. V posledním roce mohou být sazenice osázeny do obalů (doporučené standardy a postupy pěstování sadebního materiálu jsou uvedeny v tabulce č.1).
- Při posuzování kvalitativních parametrů sadebního materiálu by **hlavním kritériem měla být tloušťka kořenového krčku a kvalita kořenové soustavy** (poměr kořenů k nadzemní části a vyloučení deformací). Vzhledem k přirozené výškové diferenciaci sadebního materiálu smrku z 8. LVS by výška nadzemní části neměla být rozhodujícím parametrem.
- Důležitá je „vyváženost“, proporcionalita sazenic. Poměr výšky a tloušťky kořenového krčku (obě hodnoty v centimetrech) tzv. **statnost sazenic** nebo také **štíhlostní koeficient** by u tří a čtyřletých sazenic smrku ztepilého neměl být vyšší než **60**. Pro extrémní stanoviště, zejména na horských svazích doporučujeme poměr ještě menší.
- Osázení do obalů představuje i u sadebního materiálu z 8. LVS možnost určité stimulace růstu po výsadbě na holiny. Toho lze využít u sazenic dopěstovávaných z pomaleji rostoucích semenáčků osazovaných do obalů po 1,5 až dvou letech po zaškolování. Je prokázáno, že kombinací těchto způsobů lze materiál dopěstovat do dimenzí potřebných pro výsadbu jak rychleji rostoucí (jako prostokořenné), tak i pomaleji rostoucí (krytokořenné) jedince. Pokud ani tímto způsobem nedosáhneme souběžného dosažení výsadbyschopnosti, je třeba pomaleji rostoucí jedince ve školce pěstovat ještě další rok. **Nezbytným opatřením je, aby tato část dopěstovávaného oddílu byla použita pro vylepšování výsadeb založených v předchozím roce sadebním materiálem ze stejného oddílu.**
- Význam nadmořské výšky školky narůstá v případě speciálního pěstování sadebního materiálu pro nejextrémnější lokality 8. LVS (mrazové polohy, suťové nebo zamokřené lokality), kde je optimum pěstování sadebního materiálu v nadmořských výškách 700 až 900 m n.m.

## Pěstování sadebního materiálu pro podsadby

Pěstování sadebního materiálu pro podsadby klade některé specifické požadavky na pěstební technologie:

- Semenáčky se pěstují jako dvouleté ve školcích bez omezení nadmořské výšky na venkovních záhonech.
- Nutnost částečného přistínění pěstovaného sadebního materiálu kulisou lesa nebo stínovkami minimálně v první polovině vegetačního období.
- Školkované sazenice se dopěstovávají ve školcích odpovídajících klimaticky minimálně nadmořské výšce 500 m n. m. Preferovány jsou vyšší nadmořské výšky (700 až 900 m n. m.), neboť proběhne snadnější a rychlejší srovnání fenofází mezi školkou a místem výsadby.

Pozn. částečným přistíněním sadebního materiálu se podporuje tvorba stínomilných pletiv a asimilační orgány stromků se lépe adaptují na světelné podmínky v podsadbách s rychlejším obnovením růstu po výsadbě.

## Zásady manipulace od vyzvednutí ve školce po výsadbu v lesních porostech

Udržení vysoké úrovně fyziologické kvality sadebního materiálu pro 8. LVS a vyšší, extrémnější polohy 7. LVS má zásadní význam. I relativně nepatrná kumulace stresů, která se při výsadbě sadebního materiálu v nižších klimaticky a stanovištně příznivějších lokalitách nemusí negativně projevit, znamená pro sadební materiál v horské poloze výrazné fyziologické oslabení. Proto je nutné:

- U sadebního materiálu smrku určeného pro 8. LVS je **nutno maximálně eliminovat snížení fyziologické kvality**. Proto není vhodné dlouhodobé skladování v klimatizovaných skladech (přes celé zimní období). Doporučit je možné střednědobé skladování sazenic v uzavřených obalech pod sněhem.
- Krátkodobě je možno skladovat v klimatizovaných skladech nebo sněžných jámách po dobu 3 – 5 týdnů. Podmínkou je vyzvedávání sadebního materiálu pro skladování ve stavu vegetačního klidu (před prvními známkami zvětšování pupenů).
- Přeprava sadebního materiálu pro horské polohy vyžaduje mimořádnou pozornost. Bezpodmínečně je nutno dodržovat všechny zásady správné manipulace, především **ochranu před vysycháním, přehřátím nebo poškozením mrazem**. Doporučujeme přepravu prostokořenných sazenic nejlépe v uzavřených obalech (speciální PE pytle,

uzavřené přepravky), nebo alespoň s dokonale krytými kořeny (přepravky, přebalení kořenů svazků sazenic fólií, pytle apod.). U krytokořenného sadebního materiálu nesmí během transportů oschnout ani prorůstavý obal ani substrát v něm. Velmi citlivé na fyziologické poškození (oschnutí), jsou i plugy (výpěstky vyjmuté z pevných neprorůstavých obalů). Doporučujeme proto jejich přepravu v uzavřených obalech nebo v přebalech kořenových částí (výhodné je použití smršťovací fólie).

- Při pěstování v nižších nadmořských výškách je nejvhodnější **včasné přesunutí sadebního materiálu co nejbližší vysazovaným plochám** – sněžné jámy, úložiště obalených sazenic apod., aby se doba rašení přiblížila co nejvíce podmínkám zalesňovaného stanoviště.
- **Řada deformací kořenů krytokořenných, ale i prostokořenných sazenic vzniká druhotně nesprávným provedením výsadby.** Kořenový systém (KS) sadebního materiálu musí být nejen řádně připraven ze školky (koncentrovaný KS, ze stěn prorůstavých obalů a odkrytých den neprorůstavých obalů by neměly vyrůst delší kořeny)), ale nesmí docházet k ohýbání a deformacím kořenů během výsadby.
- Smrk má jedinečnou **schopnost vytvářet kořeny po výsadbě z adventivních základů** na bázi kmínků. Při výsadbě, a to zejména v extrémnějších horských polohách, by měl být vysazován dostatečně hluboko (mírné „utopení“ krčků). Kořeny vyrůstající z adventivních základů potom mohou výrazně posílit růst a rozvoj kořenové soustavy stromku.

**Pokud je z technologických důvodů nutné školkovat a pěstovat pomaleji rostoucí jedince odděleně od rychleji rostoucích jedinců, je nezbytné je na zalesňované ploše umístit rozptýleně.** *Podle poznatků výzkumu mají velmi dobrý zdravotní stav a přírůst po výsadbě a s největší pravděpodobností vytvoří kostru klimaxového porostu.* Pokud nemohou být vysazeni současně s pomaleji rostoucími jedinci (nepodařilo se je současně dopěstovat), je třeba je použít k prosadbě nebo vylepšení stávajících kultur.

Dodatečné vysazení pomaleji rostoucích jedinců odděleně v blízkosti kultury dříve založené sazenicemi stejného původu (rychleji rostoucí část oddílu) sice vytvoří předpoklad pro zachování genetického spektra budoucích porostů (možnost sprášení), ale nezajistí stabilitu zakládaného porostu a jeho odolnost vůči extrémním klimatickým zvrátům.

Při pěstování sadebního materiálu pro 7. LVS platí stejné zásady pěstování sadebního materiálu jako pro 8. LVS s následujícími výjimkami:

- **Semenáčky ze 7. a nižších LVS mají v porovnání s 8 LVS podstatně vyšší homogenitu růstu.** K pěstování semenáčků je možné ve větší míře využívat fóliové kryty a skleníky ve školkách bez omezení nadmořské výšky. Ke školkování je možno použít dvouleté nebo i jednoleté semenáčky.
- U semenáčků je **možno použít foliární hnojení**, přednost by však mělo mít hnojení substrátu nebo minerální půdy před výsevem.
- Při pěstování semenáčků ve sklenících a fóliových krytech je nezbytné **včasné otužení semenáčků** před školkováním (úprava režimu výživy, závlahy, včasné sejmutí fólie nebo vyvezení semenáčků ze skleníků apod.).
- **Třídění** semenáčků před školkováním se řídí běžnými školkařskými postupy (vyřazování výmětu). Vzhledem k doporučené nižší hustotě semenáčků na záhonech by měl být podíl výmětu minimální.
- Při pěstování sazenic po zaškolkování je povoleno **hnojení během vegetačního období**; v posledním roce před vyzvedáváním je nutné omezit hnojení dusíkem. Základem pro optimální výživu je dostatečná zásoba živin v půdě, před školkováním upravená na základě půdních analýz.
- **Pro semenáčky i sazenice smrku pro 7. LVS není nadmořská výška školky limitujícím faktorem.** Sadební materiál je možné pěstovat ve všech školkách bez omezení nadmořskou výškou. Z hlediska synchronizace fenofází (především doby rašení) je **pro extrémnější a vyšší stanoviště 7. LVS optimální pěstování v nadmořských výškách kolem 500 m n. m. a vyšších.**
- Sadební materiál pro 7. LVS je možné dlouhodobě skladovat i v klimatizovaném skladu. Takto skladovaný materiál však není doporučen pro extrémnější, zejména suchá stanoviště.
- Pro 7. LVS je možné ve větším rozsahu používat i KSM smrku pěstovaný intenzivními technologiemi (plugy). Pro extrémnější stanoviště platí podobně jako pro 8. LVS., je určité riziko omezeného rozrůstání kořenů, pokud je substrát v obalech nadměrně vyhnojen.
- **V plném rozsahu jsou využitelné standardy kvality sadebního materiálu uvedené v ČSN 482115.** Doporučené typy a morfologické charakteristiky sazenic smrku pro 7. LVS jsou uvedeny v tabulce č.1.



Zásady manipulace se sadebním materiálem smrku pro 7. LVS od vyzvednutí ve školce po výsadbu v lesních porostech.

- **Pro výše položená a extrémní stanoviště 7. LVS v zájmové oblasti platí obdobné pokyny jako jsou uvedeny pro sadební materiál z 8. LVS.**
- Vzhledem k **menší výškové variabilitě** sadebního materiálu a doporučené nižší hustotě výsevů by neměl vznikat problém s dopěstováním a možností použití celého genetického spektra (celého oddílu)sadebního materiálu. Vzhledem k relativně nižší fyziologické zátěži na příznivějších stanovištích 7. LVS lze použít i sadební materiál dlouhodoběji skladovaný.

Pro kvalitu sadebního materiálu pro nižší LVS než jsou uvedeny v tabulce platí běžné standardy kvality uvedené v ČSN 482115, podle stanovištních podmínek zalesňované plochy.

### **Optimalizace standardů kvality buku lesního a dalších dřevin pro horské oblasti.**

Problémů s růstovou variabilitou specifických požadavků na školkařské technologie je u standardů sadebního materiálu buku a ostatních dřevin podstatně méně než u smrku. Ve většině případů je plně dostačující respektování běžných zásad pěstování prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu a využití standardů kvality v ČSN 482115 včetně doporučení typu sadebního materiálu pro konkrétní HS a SLT.

### Specifika pěstování sadebního materiálu buku v lesních školkách.

Pro buk a ostatní dřeviny jsou platná prakticky všechna specifická opatření, která uvádíme pro smrk ze 7. LVS s výjimkou doporučení nižších výsevových dávek.

- Pro pěstování standardů sadebního materiálu buku a ostatních hlubokokořenících listnáčů **je možné doporučit prakticky všechny známé technologie pěstování.** Z klasických metod je to zejména pěstování buku s využitím metody **podřezávání**. U výsadbyschopného sadebního materiálu je třeba kontrolovat kvalitu kořenových systémů (hloubka podřezání, velikost řezných ran, deformace a pod. – blíže ČSN 482115).
- **Při pěstování prostokořenných i krytokořenných semenáčků buku jsou relativně dobře využitelné intenzivní metody pěstování ve fóliovém krytu.** Pro

výsadbu na příznivější stanoviště je možné dosáhnout standardní kvality již během prvního roku pěstování při dodržení všech potřebných technologických prvků (včasné ukončení hnojení, otužení semenáčků a pod.). Pro vyšší horské polohy je účelné zařadit do intenzivního pěstování určité aklimatizační prvky (podobně jako u smrku ze 7. LVS). Z hlediska synchronizace fenofází (především doby rašení) je optimální alespoň roční pěstování ve venkovních podmínkách nadmořských výškách kolem 400 - 500 m n. m a vyšších.

- Krytokořenné semenáčky buku(1+0) jsou technologicky určeny pro podzimní výsadby. Pokud tento sadební materiál přezimuje ve školce, musí být dokonale zazimován. U maloobjemového KSM může být kořenový systém při holomrazech (teplotách kolem - 20 °C) výrazně poškozen. Pokud je tento typ sadebního materiálu odebírán ze školky na jaře doporučujeme zadat test růstového potenciálu kořenů zkušební laboratoři VS Opočno (vnější známky poškození nejsou v časném jaře patrné).
- Ze současných poznatků výzkumu vyplývá, že **KSM buku z intenzivních technologií je výhodné použít při výsadbě do plastových chráničů sazenic** (velmi dobře přirůstá).
- **Při pěstování krytokořenných sazenic buku a dalších hlubokokořenicích dřevin nedoporučujeme používat k osazování obalů prostokořenné semenáčky** (nebezpečí vzniku deformací), ale pouze technologii přesazení semenáčků z menších obalů do větších.
- Při pěstování KSM buku a ostatních listnáčů je třeba věnovat maximální pozornost zamezení vzniku deformací kořenů.
- Pro extrémnější stanoviště je mimo kvality kořenového systému důležitá proporcionalita nadzemní části, tj. **štíhlostní koeficient, který by u statnějších sazenic buku neměl být vyšší než 70.**
- Doporučené typy a morfologické charakteristiky sadebního materiálu buku lesního je uvedena v tab. 1.

#### Pěstování sadebního materiálu pro podsadby.

Význam specifického přístupu k pěstování buku pro podsadby je u této stínomilné dřeviny ještě výraznější a potřebnější než u smrku. Sadební materiál pěstovaný ve školce při plném

osvětlení musí v podsadbách asimilační aparát adaptovat na jiné světelné podmínky, čímž se omezuje jeho růst.

- Semenáčky se pěstují klasickým způsobem ve školkách bez omezení nadmořské výšky na venkovních záhonech.
- Školkované sazenice se dopěstovávají ve školkách odpovídajících klimaticky minimálně nadmořské výšce 500 m n. m. Preferovány jsou vyšší nadmořské výšky (700 až 900 m n. m.) – snadnější a rychlejší srovnání fenofází mezi školkou a místem výsadby
- Doplnujícím specifickým prvkem pěstování je částečné přistínění pěstovaného sadebního materiálu kulisou lesa (nebo stínovkami) vždy minimálně v první polovině vegetačního období.

#### Zásady manipulace od vyzvednutí ve školce po výsadbu v lesních porostech.

Základní požadavky na manipulaci se sadebním materiálem buku a dalších dřevin jsou zhruba obdobné jako u smrku . Další doporučení jsou následující:

- U sadební materiál buku a dalších hlubokokořenících dřevin je nutné při přejímce sadebního materiálu mimo běžného posuzování standardů provádět důslednou kontrolu kvality kořenových soustav, zejména výskyt deformací. Např. u plugů je třeba posoudit nejen deformace patrné na povrchu, ale zjistit, zda nejsou nevhodným způsobem pěstování „vráceny“ kosterní kořeny dovnitř balu, čímž vznikají závažné nevratné deformace. Důležitý je i dokonalý „střih vzduchem“ o spodní odkryté části obalu tak, aby pod úroveň dna nevyrostaly kořeny.
- Závažné deformace vznikají i při výsadbě ohýbáním kosterních kořenů, u KSM nedostatečným prokopáním jamky a ohýbáním plugů. Závažné deformace vznikají i ohýbáním kořenů nevhodně vyrůstajících ze spodní části plugů.

Tab. 1: Doporučené typy a morfologické charakteristiky pěstování sadebního materiálu smrku ztepilého, buku lesního pro 7. a 8. LVS

Dře- vina	LVS	Věk a způsob pěstování <sup>1)</sup>	Výška (cm) <sup>4)</sup>			Mini- mální průměr krčku (mm) <sup>4)</sup>	Maximální štíhlostní koeficient <sup>2)</sup>	Mini- mální poměr K : N <sup>3)</sup>
			Mini- mální	Opti- mální	Maxi- mální			
SM	8. LVS rychle rostoucí	2+2; 1,5+2; 1,5+1,5+k0,5; 2+2+ k0,5; fk1+k1,5	25	30 - 35	50	5	60	1 : 2
	8. LVS pomalu rostoucí	2+2; 2+3; 1,5+2,5; 1,5+2,5+k0,5; 2+2+k0,5; fk1+k2	20	25 - 35	50	5	60	1 : 2
	7. LVS	2+2; 2+3; 1,5+2,5; 1+2; f1+2(3); 2+1+k1; 2+2+ k0,5 fk1+k1;	25	25 - 45	50	5	60	1 : 3
	7. LVS plugy	fk0,5+k1,5; fk0,5+k2	20	25 - 35	40	4	70	1 : 2
BK	7. a 8. LVS	f1+1; f1+1-1; 1(2)-1(2); 1(2)+1-1; fk1 <sup>5)</sup> ; fk1+k1(2);	20	30 - 40	50	5	70	1 : 2

Vysvětlivky:

1) Označení podle ČSN 48 2115

2) Štíhlostní kvocient = výška (cm)/průměr krčku (cm)

3) K : N = poměr objemu kořenů k objemu nadzemních částí

4) Doporučená minimální a maximální výška tvoří jen orientační rámec. Pro jednotlivé doporučené technologie jsou limitující výšková rozpětí podle věku a způsobu pěstování (maximálně povolený věk +1 rok pro 8. LVS) podle ČSN 482115. Obdobně je tomu i s uvedením hranice minimálního průměru krčků.

5) Pouze pro 7. LVS

Pozn.: Pro kvalitu sadebního materiálu pro nižší LVS než jsou uvedeny v tabulce platí běžné standardy kvality uvedené v ČSN 482115 podle stanovištních podmínek zalesňované plochy.

# OVOCNÁŘSKÉ ŠKOLKAŘSTVÍ

Oldřich Mauer

## CÍLE OVOCN. ŠKOLKAŘSTVÍ

- Produkce tvarovaného i netvarovaného sad. materiálu pro ovoc. výsadby

## OVOCN. ŠKOLKAŘSTVÍ OVLIVŇUJE

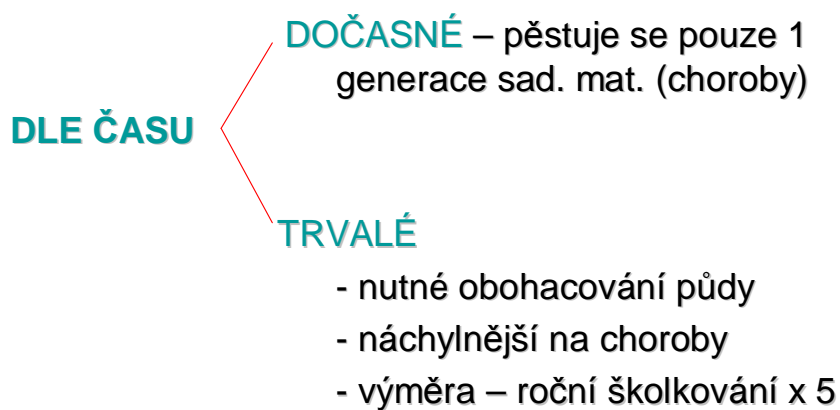
- ◆ Nástup plodnosti
- ◆ Pravidelnost úrod
- ◆ Hmotnost a kvalitu úrod
- ◆ Techniku sběru ovoce

## PĚSTOVAT LZE POUZE POVOLENÉ SORTY

(v souladu s rajonizací)

- Státní dozor!
- Založení školky povoluje MZe

## ROZDĚLENÍ OVOC. ŠKOLEK



## ROZDĚLENÍ OVOC. ŠKOLEK

1. **PODNOŽOVÉ** – rozmnož. podnoží pro ostatní typy školek
2. **PRODUKČNÍ** – dopěstování výpěstků pro výsadbu
3. **MATEŘSKÉ** – produkce materiálu pro vegetat. množení (řízky, rouby, očka)
4. **DEMONSTRAČNÍ** – při učilištích a školách
5. **VÝZKUMNÉ** – pouze pro výzkum

6. **SPECIALIZOVANÉ** – pouze spec. druhy – drobné ovoce, teplomilné druhy apod.
7. **ÚČELOVÉ** – plantáže u zpracovatelských závodů

## PODMÍNKY PRO ZALOŽENÍ OVOC. ŠKOLKY

- Rovina
- Vyloučit extr. lokality
- Nad. výška do 450 m (nad pomalý růst, mráz)
- Půda
  - Produk. šk. – hlp, phl, min. 80 cm, spod. voda min. 1 m
  - Podnož. šk. – p, min. 40 cm, spod. voda min. 0,5 m
  - Humus min. 5 %

- U podnož. šk. zdroj vody
- (dále jako u lesních školek)

### ROZDĚLENÍ ŠKOLKY

- Obdélník, čtverec
- Školka se dělí na pracovní pole (většinou dle kultivaru)
- Je-li obdélníková do 10 ha
  - Souvratě jako cesty
  - Směr řad – ve směru kratší strany



- Nad 10 ha
  - Souvratě pouze na otáčení
  - Školka rozdělena cestami (šířka 4 m) na bloky
- Mezi jednotlivými kultivary ulička (3 m) - -  
identifikace kultivarů
- Ulička (3 m) pro pásové zavlažovače
- Za každou 8. až 12. řadou - jedna řada nevysázená – sběr uříznutého materiálu
- Cesty (uličky) se nezpevňují – pouze zatravnění

## PŘÍPRAVA PŮDY

- CÍL
  - Nesmí dojít k vyčerpání živin
  - Nesmí dojít k zaplevelení
- Rotace pěsteb. cyklů
  - Střídání meliorač. plodin a sadeb. mat.
  - Střídání druhů dřevin na stejné ploše
- Meliorační plodiny
  - Brambory, luskoviny, jeteloviny, směsky
  - Nevhodné – obiloviny, kukuřice
  - Velmi často se využívá chlévský hnůj

- Koncem srpna se melior. plodiny zaorávají – hluboká orba s podryváky
- Podzim – odplevelení - chemicky

## ZPŮSOBY ROZMNOŽOV. OVOC. DŘEVIN

- **3 ZPŮSOBY**
    1. **Pohlavně** – ze semene
    2. **Přímé veg. rozmnož.** – „vlastnokořenové“ – autovegetativní
    3. **Nepřímé veg. rozmnož.** – štěpování – heterovegetativní
- Ale i kombinací!
- Kmenové tvary – většinou štěpování na vhodné podnože

- Keře a polokeře – většinou autovegetativně
- Byliny (jahody) – většinou autovegetativně
- Podnože – většinou autovegetativně
  - Ořešák král., kaštan jed., mandloň, broskev, meruňka – generativně
- **Cíl** – vše množit vegetativně, generativně pouze výzkum. školky

## GENERATIVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ

- Nejstarší způsob, dnes zejména podnože peckovin a skořápkovin
- Osivo se sbírá z mateřských sem. stromů
  - Musí mít:
    - Dobrou rodivost
    - Odolné proti chorobám a škůdcům
    - Bezvirosní
    - Snáší nízké teploty a nedostatek vody

- Uznáný sem. strom
  - Prošel uznávacím řízením (je označený, má číslo)
- Registrovaný sem. strom
  - Vybraný strom, který neprošel uznávacím řízením
  - Se souhlasem ÚKZÚZ lze použít
- Sem. stromy dle původu:
  - a) **Plaňka** (ze semene divoce rostoucího stromu, izolace od stejného druhu)
  - b) **Semenáč** (ze semene kultivaru)

## **ZÍSKÁVÁNÍ, OŠETŘOVÁNÍ A PŘÍPRAVA OSIVA**

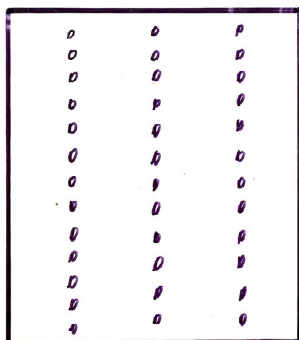
- Udržení klíčivosti
  - Jádroviny 2 roky
  - Peckoviny a skořápkoviny 1 rok
- Sběr tak, aby zásoba byla na dva roky
- Plody při sklizni zralé
  - Drtí se nebo rozmělňují, na sítích proplachují
  - Meruňky, broskve a mandloně se luští ručně

- Semena se třídí do tří jakostních tříd (dle čistoty a životnosti)
  - Ořešák a mandloň se zařazují do tříd dle velikosti
- Životnost se zjišťuje
  - Klíčivostí (na klíčidlech)
  - Vitálním barvením
  - Dle barvy, vzhledu, vůně a chuti
- ÚKZÚZ vystaví uznávací list – množitelské osivo

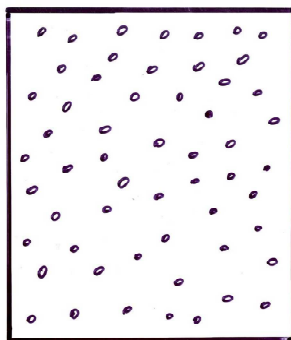
## VÝSEV, PĚSTOVÁNÍ SEMENÁČKŮ

- **SÍJE**
  - A. Podzim
  - B. Jaro – teplá půda, otálení => druhotný klíční klid
- Semena před výsevem máčena ve vodě
- Způsoby výsevu
- Hloubka výsevu

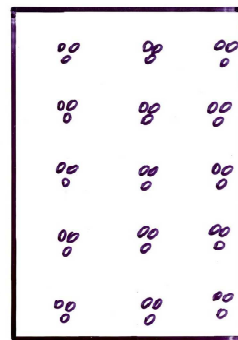
## VÝSEV SEMEN



**DO ŘÁDKŮ  
ŘÁDKOVÁ SÍJE**

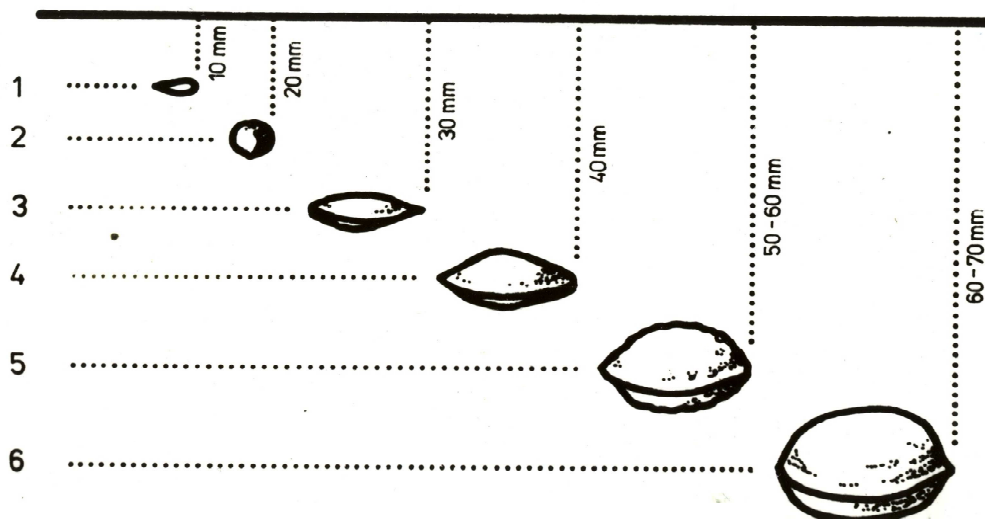


**PLNOSÍJE  
VÝSEV  
NAŠIROKO  
VÝSEV  
ROZHOZEM**



**HNÍZDOVÁ  
SÍJE  
VÝSEV DO  
HNÍZD  
ŠPETKOVÁ S.**

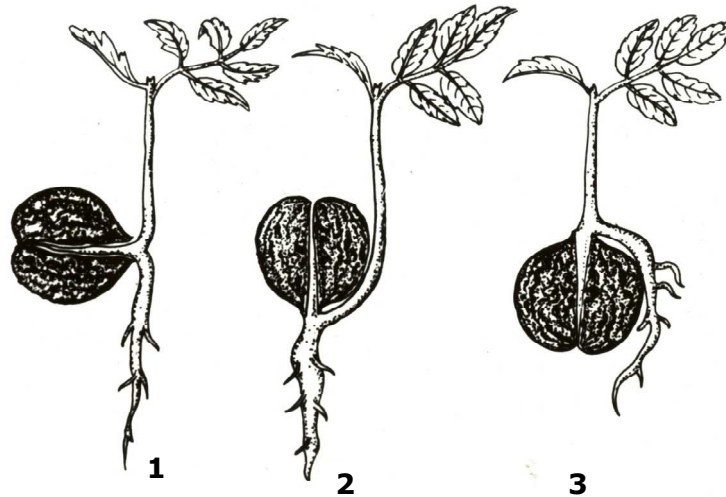
## HLOUBKA VÝSEVU



1. jabloň, hrušeň
2. třešeň
3. švestka

4. meruňka
5. broskev
6. ořech král.

## OŘEŠÁK KRÁLOVSKÝ



1 – správná poloha, 2 – 3 – nesprávná poloha

- Pro zkvalitnění koř. systému (zejména u jádrovin)

### a) Přesazujeme (pikýrujeme)

- Po rozvinutí prvních dvou párů normálních listů
- KS: zkrátit o 1/3  
    máčet proti nádorovitosti kořenů
- NČ zkrátit
- Ručně – po děložní listy
- Do řad – 50 x 10 cm

b) Podřezáváme

c) Školkuje (podzim, jaro – zkrátit - NČ (30 cm), KS (10 cm))

- Stínit, zavlažovat, kypřit ...

- Výsev

a) Podzim

b) Jaro

- Nutná stratifikace (studená)
- Médium – vlhký písek
- Doba – 30 až 80 dní, teplota 6 až 8 °C
- Nesmí se vysévat semena s ulomenými klíčky
- Před stratifikací – moření
- Peckoviny – narušení obalu
  - Drcením ve svěráku
  - Obrušováním na brusce
  - Macerací  $H_2SO_4$



## NĚKTERÉ SEMENÁŘSKÉ ÚDAJE

	Jabloň	Broskev
Z 1 t plodů kg osiva	8 - 10	35 - 50
Počet semen v 1 kg	30 - 50 tisíce	200 - 300 kusů
Základní výsevová dávka v kg*ha <sup>-1</sup>	60 - 90	2 - 4 tisíce
Výtěžnost podnoží v ks z 1 kg osiva	1 - 1,2 tisíce	40 - 90 kusy

## AUTOVEGETATIVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ (keře, podnože pro kmenoviny)

- Výhody
  - Nový jedinec má stejné vlastnosti
  - Ekonomicky výhodnější (?)
- Nevýhody
  - Potřeba velkého množství mateřských rostlin => větší plocha školky
  - Možnost šíření chorob

- Používá se 8 způsobů
  - Dle druhu, kultivaru, věku, veget. období, vybavenosti školky a cíle pěstování

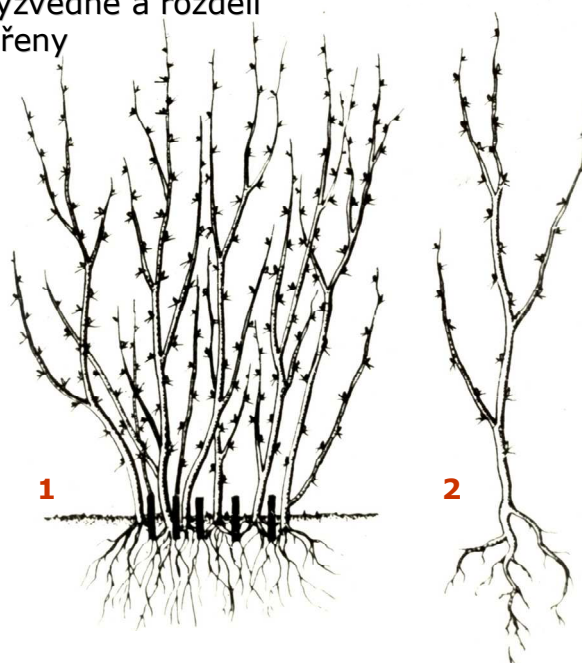
## DĚLENÍ TRSŮ

- mat. rostlina (trs) se vyzvedne a rozdělí
- každá část musí mít kořeny

**1** – mat. rostlina a její rozdělení

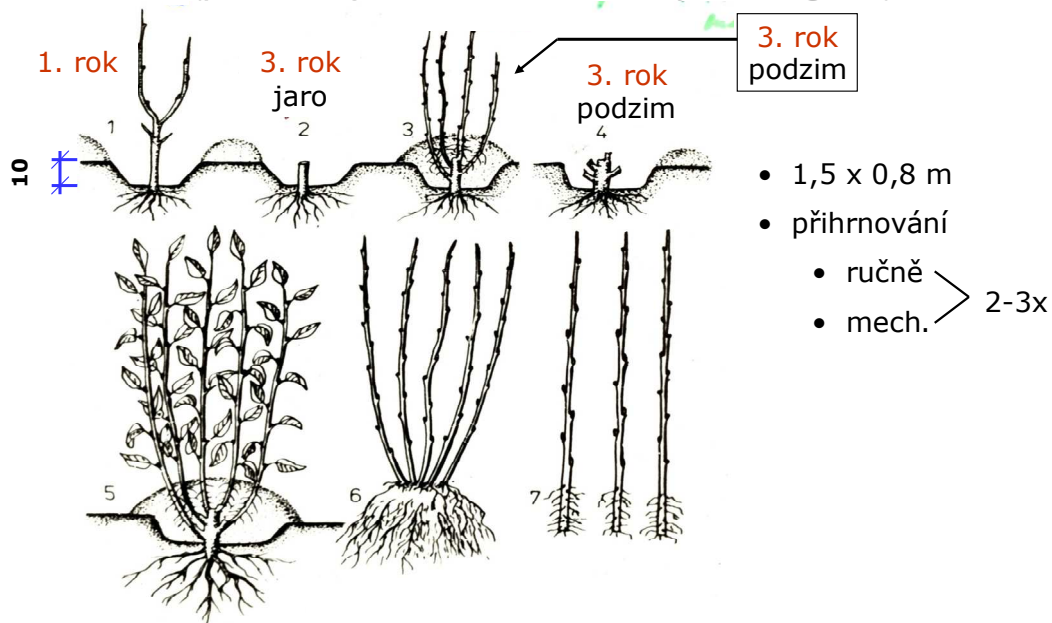
**2** – nový jedinec (po úpravě)

(ostružina, malina, rybíz, angrešt, líska, jahody)



## ODDĚLKY (ROZMNOŽOVÁNÍ KOPČENÍM, NAHRNOVÁNÍM)

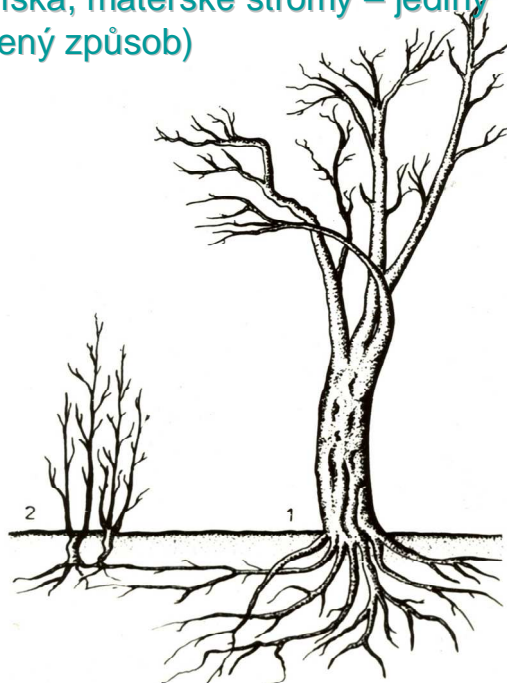
(podnože jádrovin, peckovin, rybíz, angrešt)



## ODKOPKY (kořen. výmladky, výstřelky)

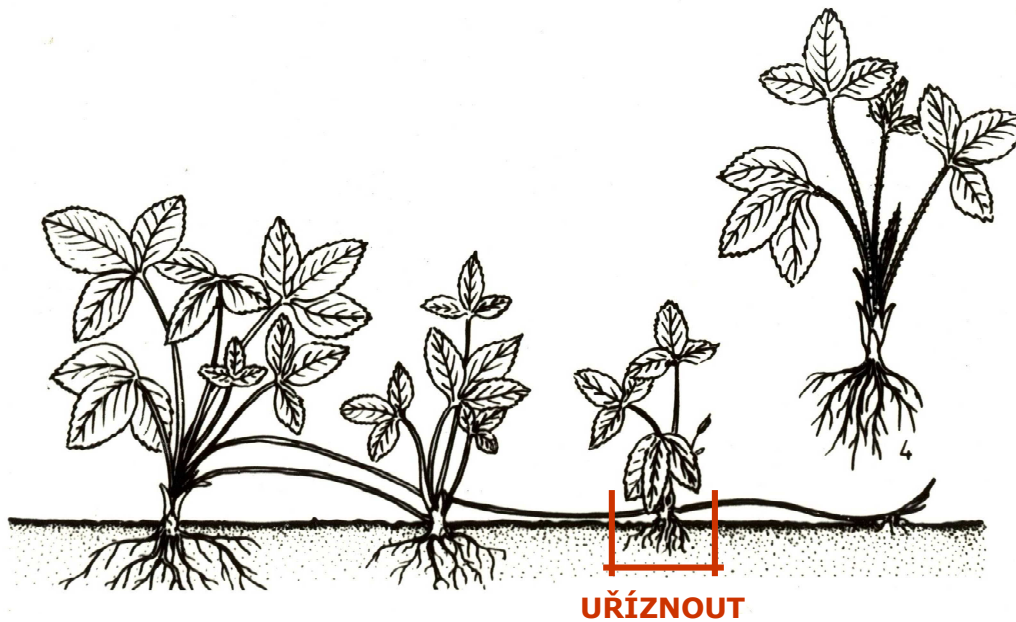
(švestky, višně, třešně, líska, mateřské stromy – jediný povolený způsob)

- Jednotlivě, ve skupinách
- Oddělit mat. kořen
- Bez kořenů zakořenit
- Velká tvorba není žádoucí



## ROZMNOŽOVÁNÍ POPLAZY

(jahody)

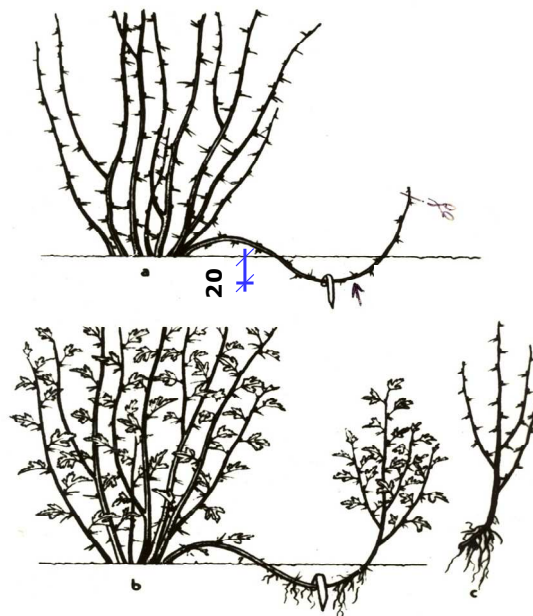


## HŘÍŽENÍ – JEDNODUCHÝ ZPŮSOB

(menší množství silnějších rostlin)

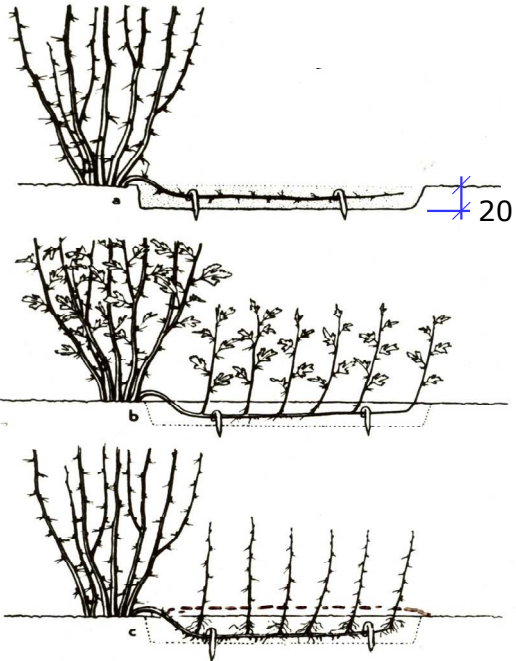
rybíz, angrešt, líska, kdouloň, jabloň

- Spon 1,5 x 1,5 m
- Zakoř. max. ½ výhonů
- Mech. ošetřování?
- Zakoř. do 2 let

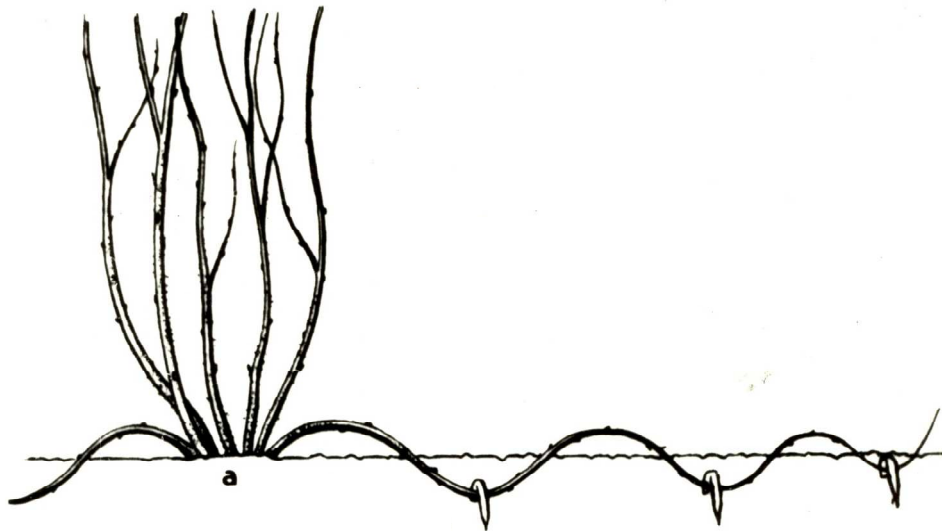


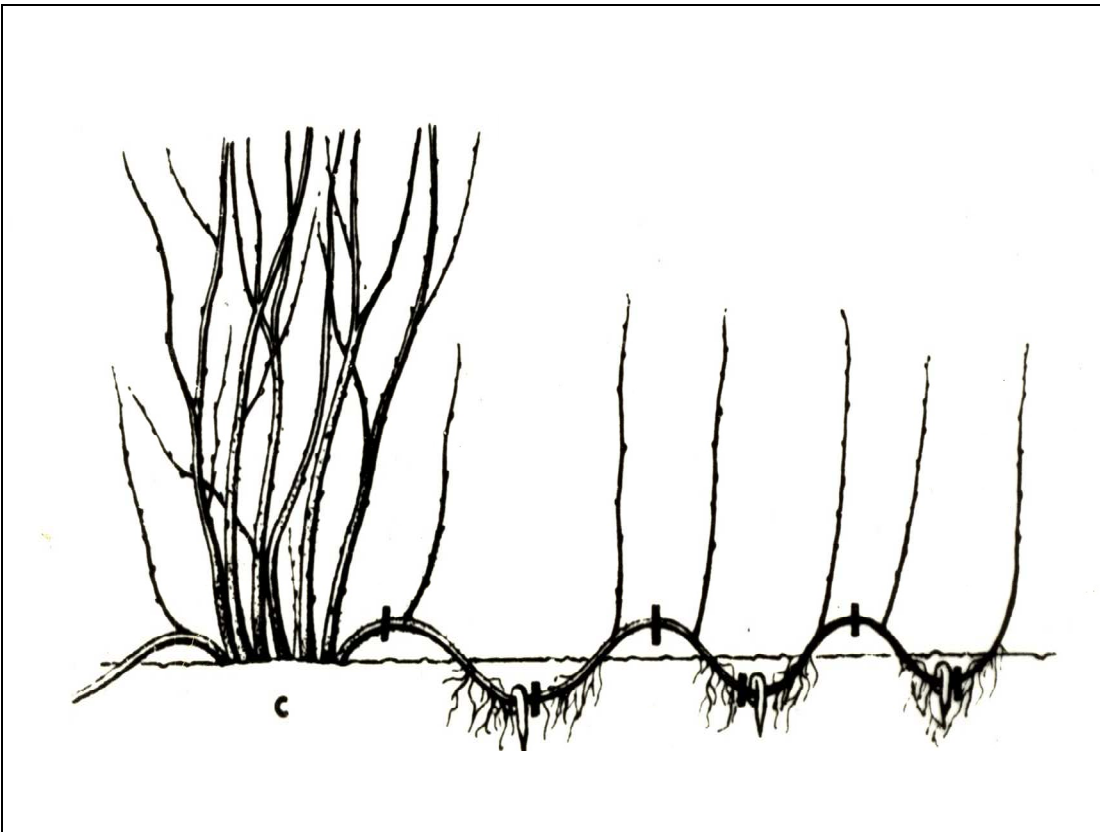
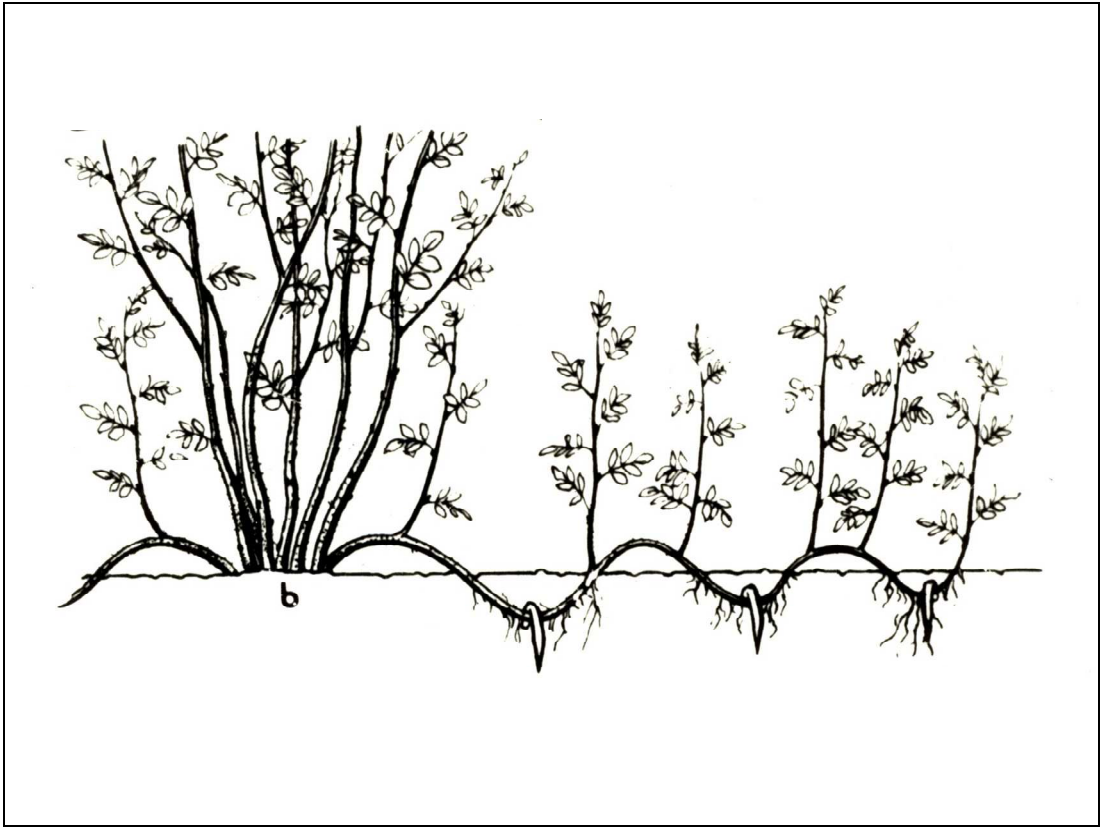
## HŘÍŽENÍ DO RÝH (paprskov. hřížení) (více slabších rostlin)

- Výhony vodorovně!
- 3 x přihrnout

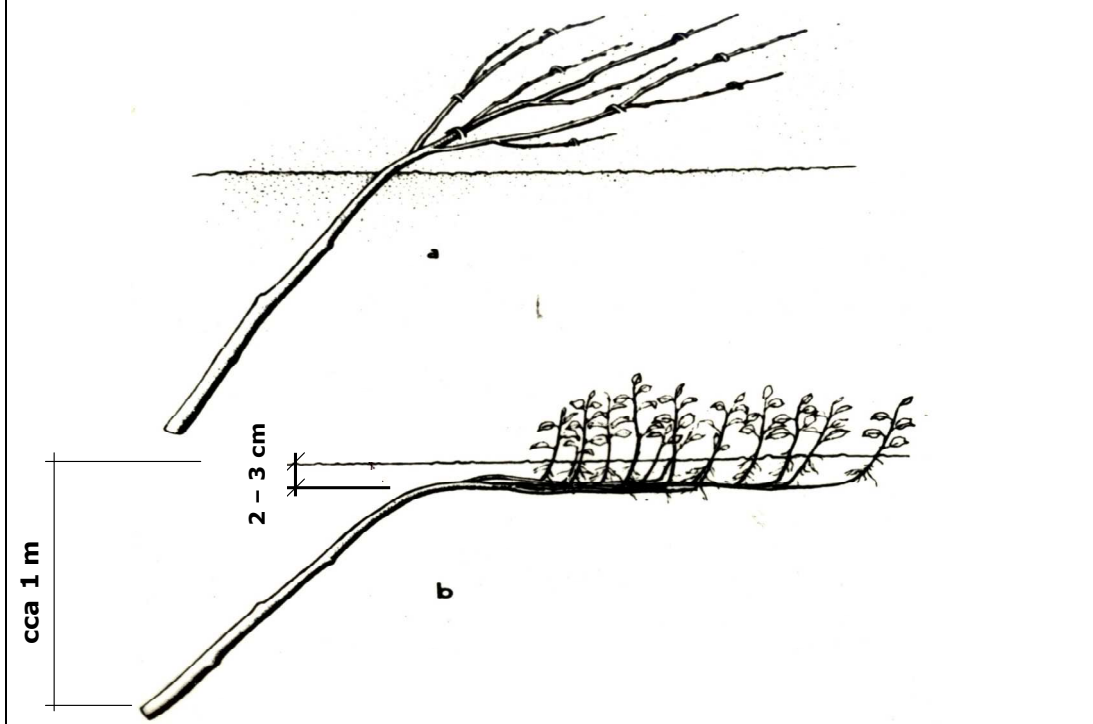


## ROZMNOŽOVÁNÍ VLNKOVITÝM HŘÍŽENÍM (ostružiník)



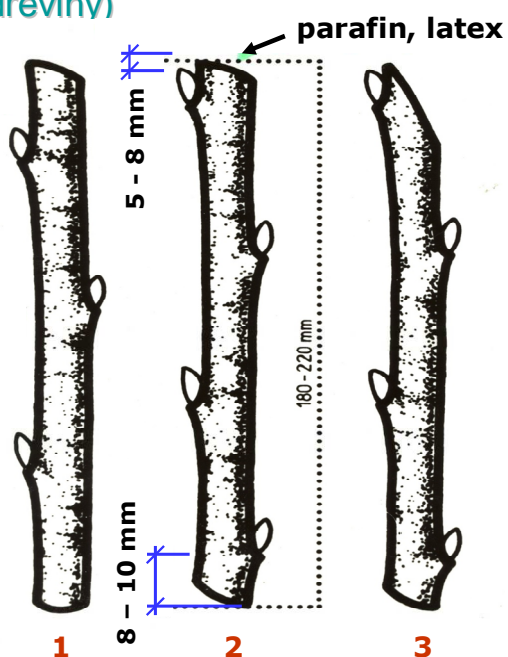


## PRAVOKOŘENNÉ ROZMNOŽOVÁNÍ

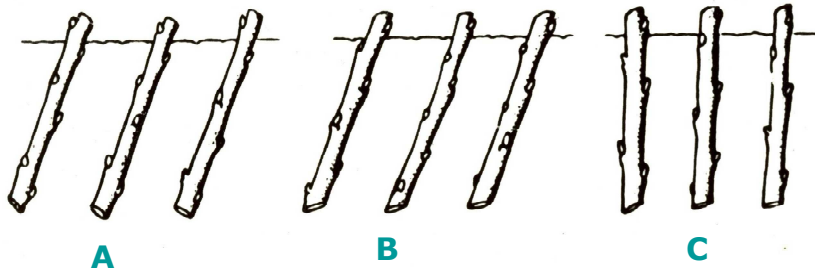


### 2 – SPRÁVNĚ ODŘÍZNUTÝ ŘÍZEK 1, 3 – NESPRÁVNĚ ODŘÍZNUTÝ ŘÍZEK (se stimulanty různé dřeviny)

- Jednoleté výh.
- Odběr podzim
- Rány ošetřit
- Skladování
  - Kolmo
  - Polarita
- Školkování
  - Podzim – 1 r.
  - Jaro – 2 roky
- Spon 0,5 x 0,1 m
  - Po úroveň terénu

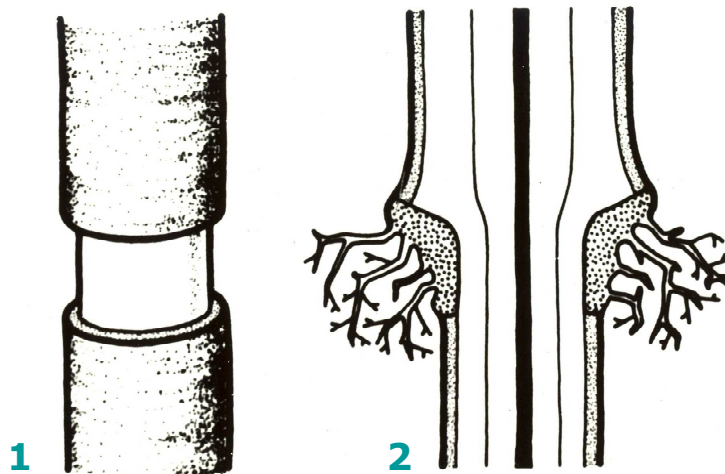


## ZPŮSOBY ŠKOLKOVÁNÍ ŘÍZKŮ



- A) S pupenem obráceným vzhůru (těžké půdy) – rychl. vyraší  
B) S pupenem obráceným k zemi (lehké půdy) – lepší zacer. rány  
C) Svislý způsob (lépe zakoření)

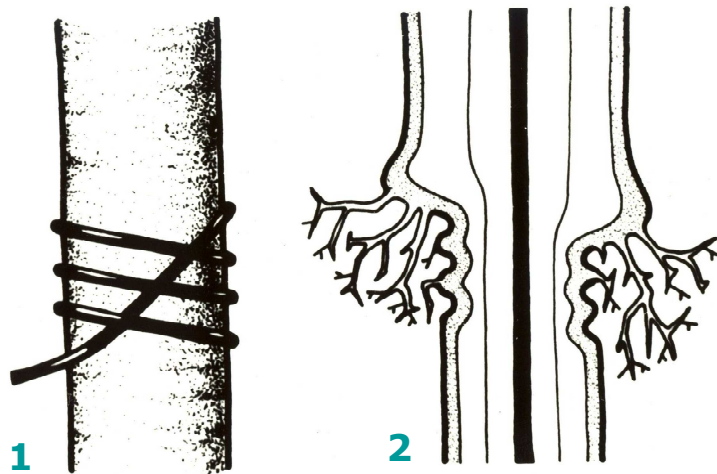
## KROUŽKOVÁNÍ



1. Vytvořený kroužek
2. Zakořenění v místě kroužku

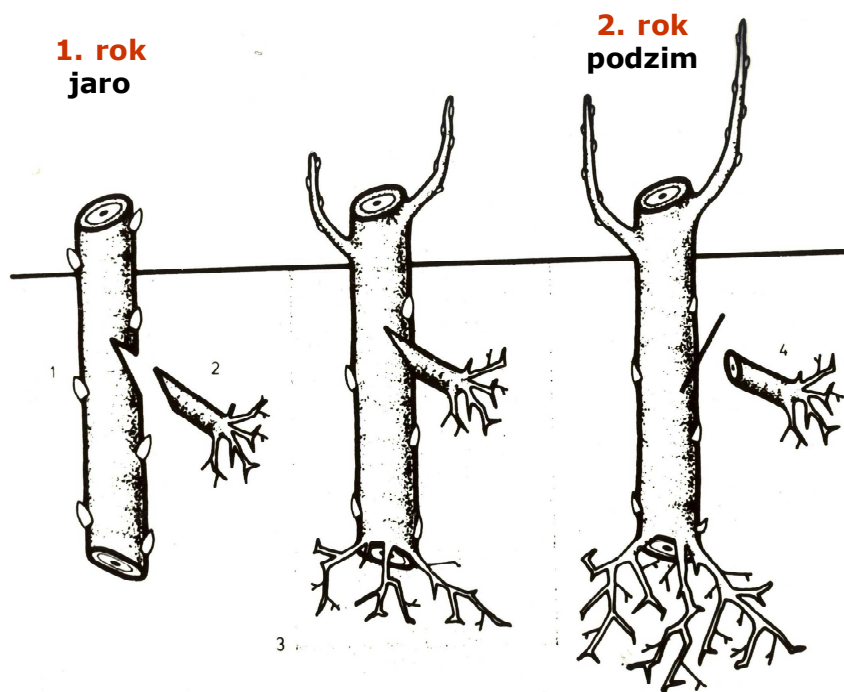


## ZAŠKRCOVÁNÍ



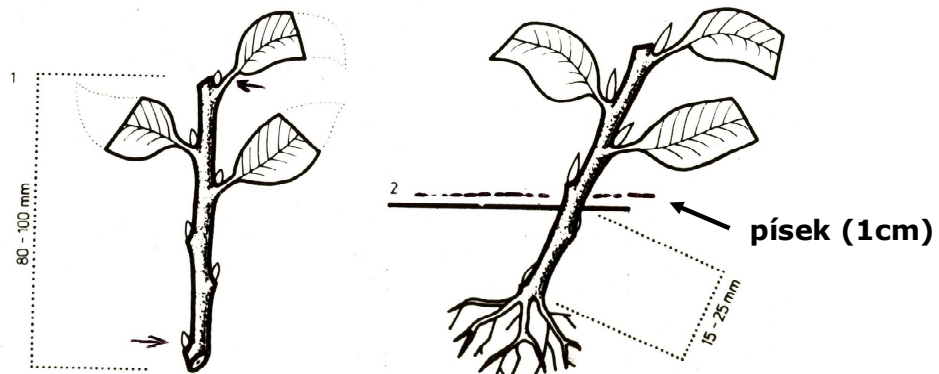
1. Zaškrcení
2. Tvorba kořenů v místě zaškrcení

## PODPŮRNÉ ZAKOŘEŇOVÁNÍ



## BYLINNÝ ŘÍZEK A JEHO VÝSADBA

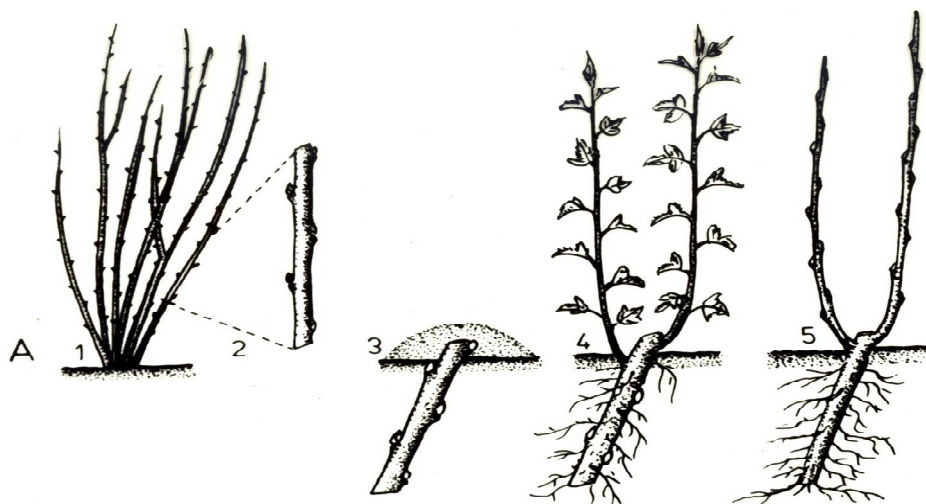
(se stimulátory – podnože jabloní, peckovin)



- 8 – 10 cm, min. 4 listy - sestřih
- Odběr červen (ani měkké, ale ani tvrdé)
- Stínit, rosit, zazimovat

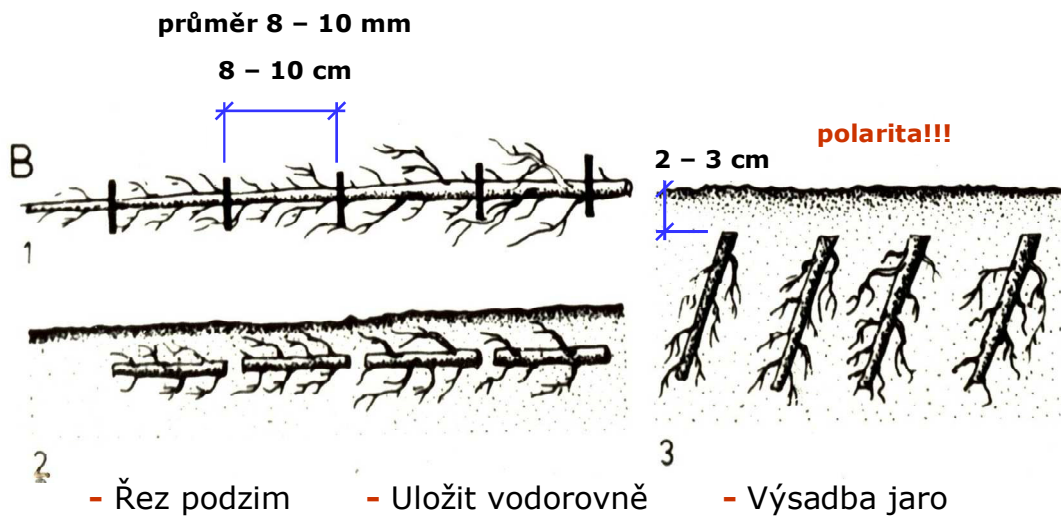
## A – ODBĚR A VÝSADBA TVRDÝCH ŘÍZKŮ

(podnože peckovin, jabloní, hrušek)



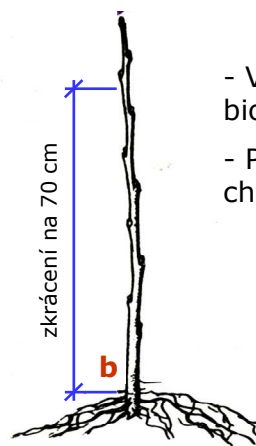
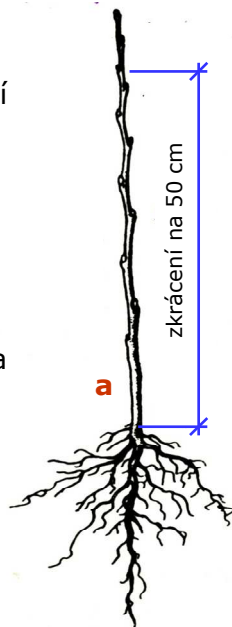
# B – ODBĚR A VÝSADBA KOŘENOVÝCH ŘÍZKŮ

(podnože peckovin, jabloní, hrušek)



- Vyzvedávání na podzim – defoliace
  - Dlouhodobé založení klim. haly
- Třídění (dle tloušťky), 2 jmenovky
- Pouze s uznávacími listy!

- Hluběji koření
- Odolná suchu
- Dosahuje vyš. věk
- Rodí později, ale déle
- Málo napadána vir. chorobami
- Nemusí mít vlast. rodičů



- Vyrovnané biolog. vlastnosti
- Přenos vir. chorob

- a) Podnože ze semene
- b) Podnože množené vegetativně

## OVOCNICKÉ ŠKOLKAŘSTVÍ

### Nejpoužívanější podnože v ovocnářství

8 gener.  
20 veget.

- **standardizace podnoží** – výběr pro oblast, kultivar
- **typové podnože** – stejné vlastnosti

**Jabloně:**  
generativně množené podnože — jabloňové pláňe, jabloňový semenáč;  
vegetativně množené podnože — velmi mírně rostoucí — M 9, J-TE-E, J-TE-F, mírně rostoucí → M 4, J-TE-D, bujně rostoucí — M 1, M 2, M 11, J-TE-A, J-TE-B, J-TE-C, velmi bujně rostoucí — A 2;  
kromě uvedených se ještě používají podnože označené — J-KL-1, J-KL-2, J-KL-3, J-KL-4, J-TE-1, J-TE-2, J-TE-E, J-TE-F, J-TE-G, J-TE-H.

**Hrušně:**  
generativně množené podnože — hrušňové pláňe, hrušňový semenáč, kdouloňový semenáč, vegetativně množené podnože — kdouloňový řízkovanec, angerská kdoule typ MA, kdoule typ MC;  
kromě uvedených se ještě používají podnože označené — K-TE-E, K-TE-B, H-TE-1, H-TE-2.

**Třešně a višně:**  
generativně množené podnože — semenáč třešně, pláňá třešeň, mahalebka, podnože mahalebky MH-KL-A, MH-KL-1, vegetativně množené podnože — klon MF 12/1;  
kromě uvedených se ještě používají podnože označené — P-TU-1, P-TU-2, P-TU-3, P-HL-A.

**Meruňky:**  
generativně množené podnože — meruňkové pláňe, meruňkový semenáč, myrobalán, semenáč 'Zelené renklódy';  
kromě uvedených se ještě používají podnože označené M VA 1, M VA 2, M VA 3, M-VA-4, M-LE-1.

**Broskvně:**  
generativně množené podnože —

## SADEBNÍ MATERIÁL

**JEDNOLETÝ ŠTĚPOVANEC** (vypěstovaný za 1 veg. období) – výjimečně

**ŠPIČÁK** (dvouleté až tříleté výpěstky bez koruny) – ořech, jádrov.

**TVAROVANÝ STROMEK** (výpěstky s korunami)

## KRITÉRIA TVAROVANÝCH STROMKŮ

- výška kmene
- počet větví v koruně (min. 3 nebo 5)

- Dle výšky kmene

VYSOKOKMEN - 1,8 – 2,2 m

POLOKMEN - 1,3 – 1,6 m

ČTVRTKMEN - 0,9 – 1,2 m

ZÁKRSEK - 0,5 – 0,7 m

TVAROVANÉ SPECIÁLNĚ - 0,4 – 0,6 m

## KRITÉRIA ŠPIČÁKŮ

- Výška kmene
  - Vždy o 30 až 40 cm více než kmen u tvarovaných stromků

## KORDÓN

- Speciálně tvarovaný stromek, který má dobré zakořenění => nevyžaduje opěry (po výsadbě)

## PALMETA

- Speciálně tvarovaný stromek, který má špatné zakořenění => vyžaduje opěry

## VZTAHY MEZI PODNOŽÍ A ROUBEM (KULTIVAREM)

**MRP – MRK** velký růst, dlouhověkost, oddaluje se  
plodivost

**MRP – SRK** dobré zakořenění, dobrý růst, delší  
životnost i plodivost

**SRP – MRK** urychluje plodivost, zkracuje  
životnost, často nesrůstavost

**SRP – SRK** velmi pomalý a nízký růst, krátká  
životnost

---

**M** – mohutně

**R** – rostoucí

**P** – podnož

**K** – kultivar (roub, očko)

**S** - slabě

## NEJPOUŽÍVANĚJŠÍ TECHNIKY ŠTĚPOVÁNÍ

### ROUBOVÁNÍ

- KOPULACE
- ABLAKTACE
- PLÁTOVÁNÍ
- SEDÉLKOVÁNÍ
- NA KOZÍ NOŽKU
- DO ROZŠTĚPU
- DO BOKU
- NA KLÍN
- POD KŮRU

## OČKOVÁNÍ

- NA BDÍČÍ OČKO
- NA SPÍČÍ OČKO
- VRCHOLOVÝM PUPENEM
- FORKERTOVO
- PRSTENCOVITÉ
- NIKOLOVÁNÍ
- ZPŮSOB T

## • ÚVAZKY

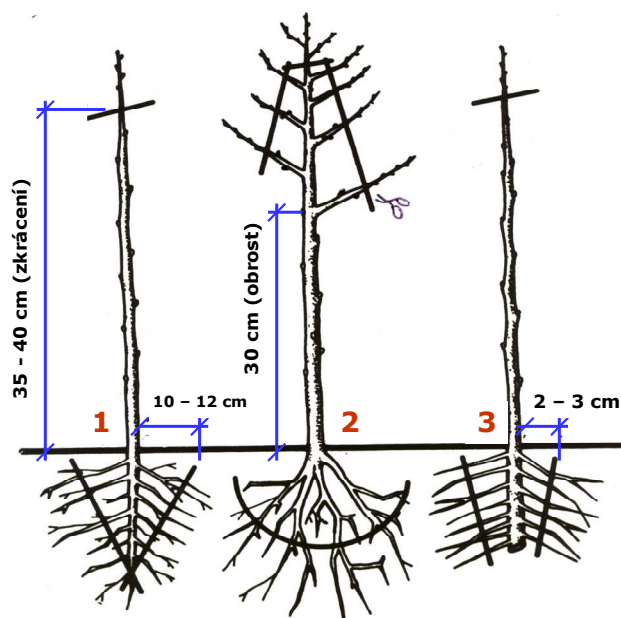
- PVC páska
- Lýko
- Gumové úvazky
  
- ŠTĚPAŘSKÝ VOSK – lůj, pryskyřice, včelí vosk

## TECHNOLOGIE PRODUKČNÍCH ŠKOLEK

- Vyhnojená půda, hluboká orba
- Vytýčit bloky, směr řad S – J
  - 1,2 x 0,3 m; 0,6 x 0,2 m (špičáky)
- Upravit podnože, školování jaro (jádroviny i podzim)
- Gen. pod. po KK, veg. pod. 12 – 15 cm nad KK
- Ihned přihrnout
- Mořit KS

### ÚPRAVA PODNOŽE PŘED VÝSADBOU (školkov.)

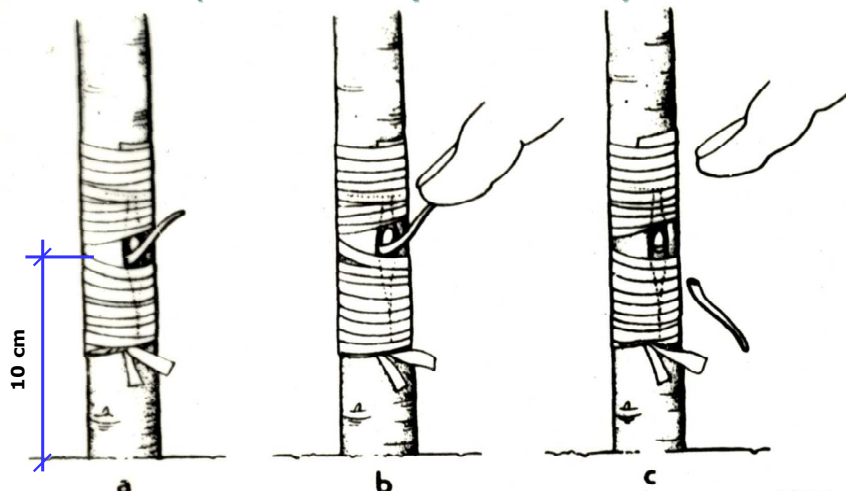
- 1** – GENERAT. PODNOŽ  
PECKOVIN
- 2** – GENERAT. PODNOŽ  
JÁDROVIN
- 3** – VEGETAT. PODNOŽ





## KONTROLA UJMUTÍ OČKA

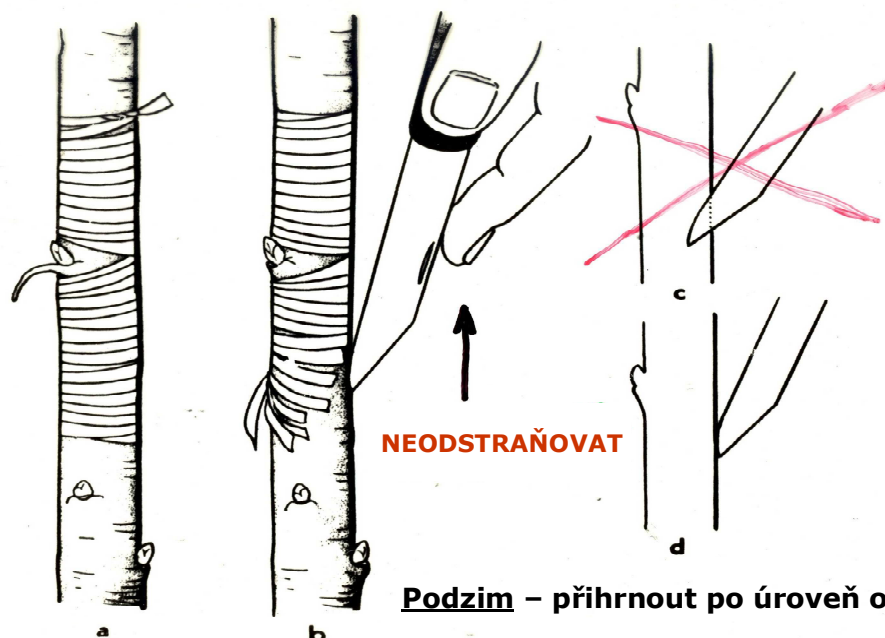
(10 – 14 dnů po očkování)

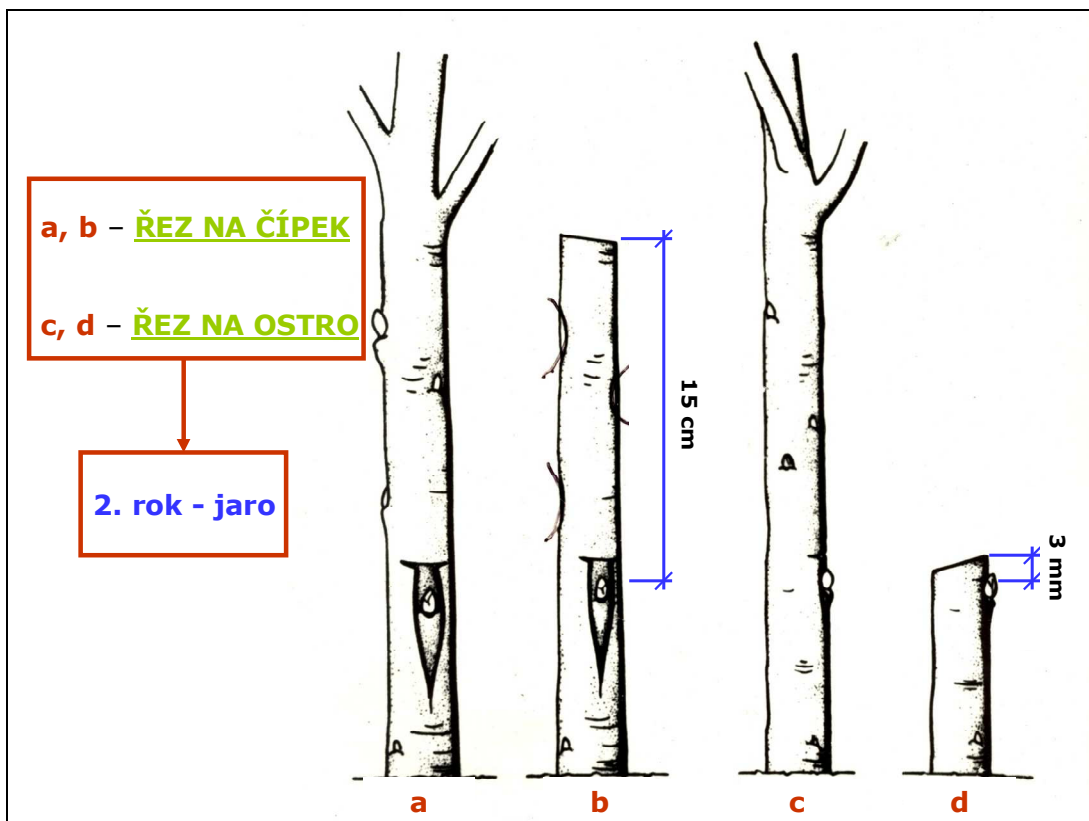


- 2 týdny před očkov. – odhrnout hlínu, odstranit obrost do výšky 25 cm
- očkování
  - otřít kmen, 10 cm nad půd., ve směru větrů
  - většinou červenec

## POVOLOVÁNÍ OČEK

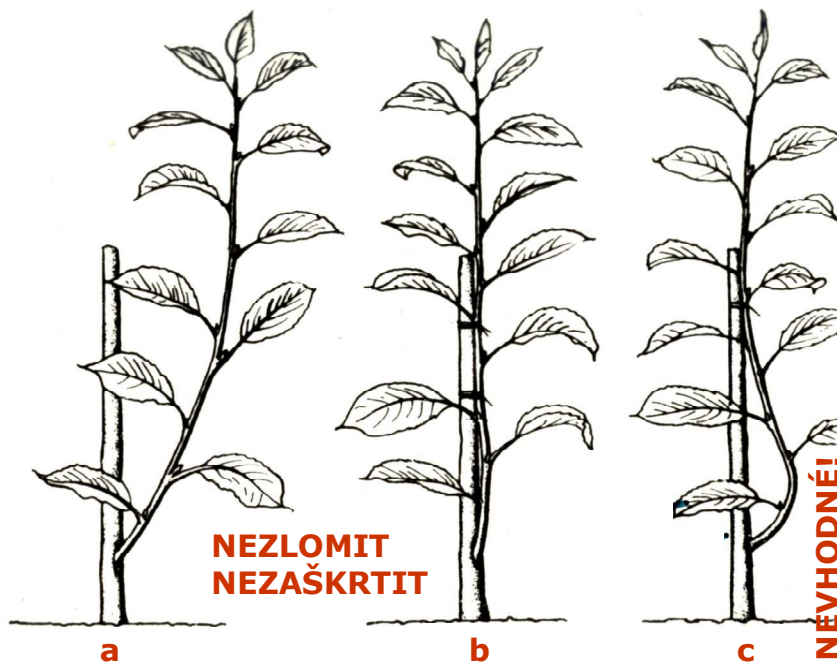
(3 – 4 týdny po očkování)





## VYVÁZÁNÍ OČKOVANCE K ČÍPKU

2 x (při délce 10 a 20 cm)

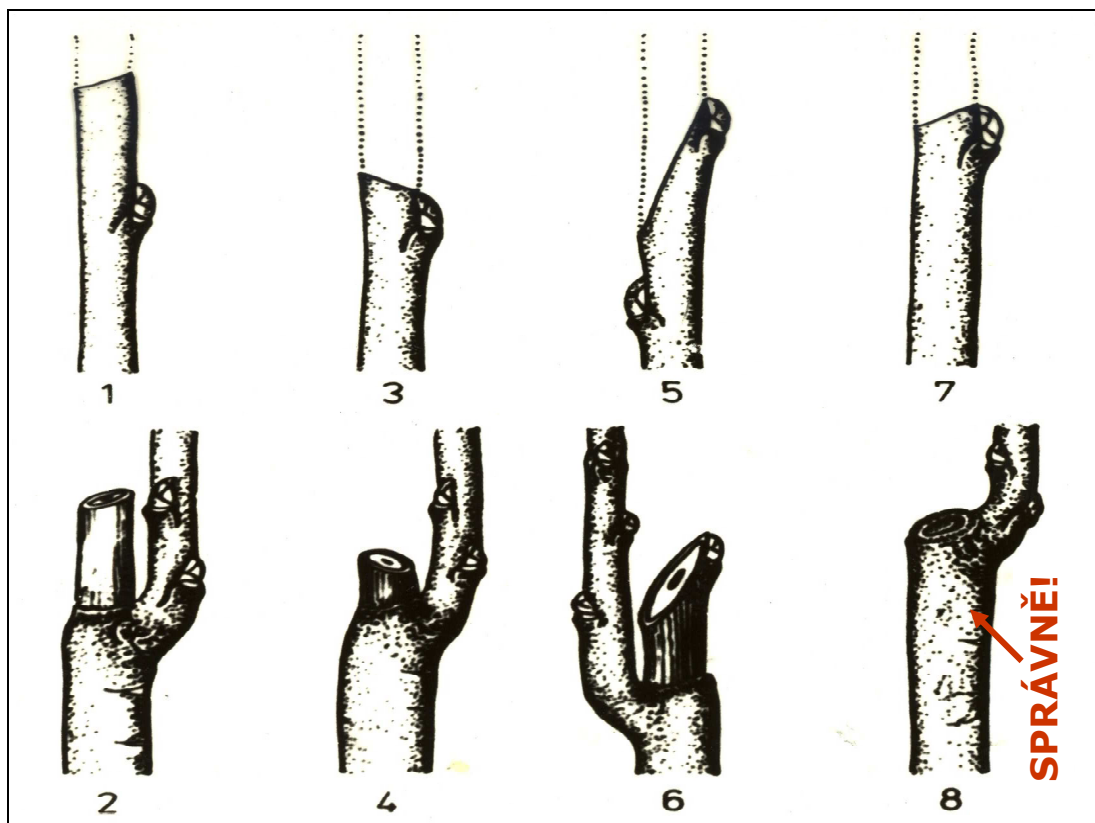
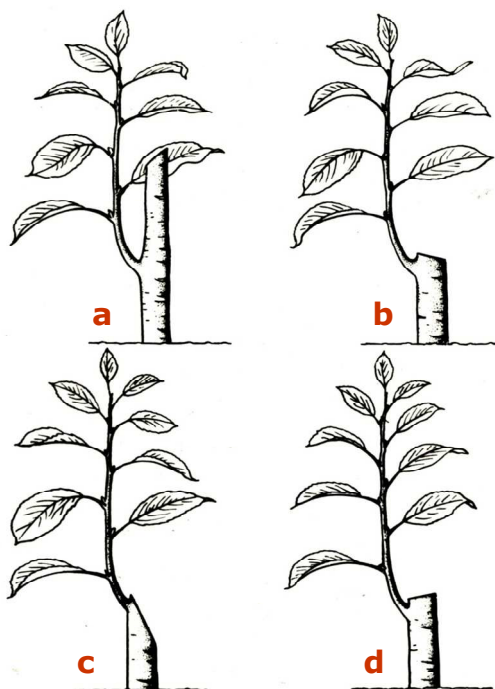


## ODSTRANĚNÍ ČÍPKU (srpen)

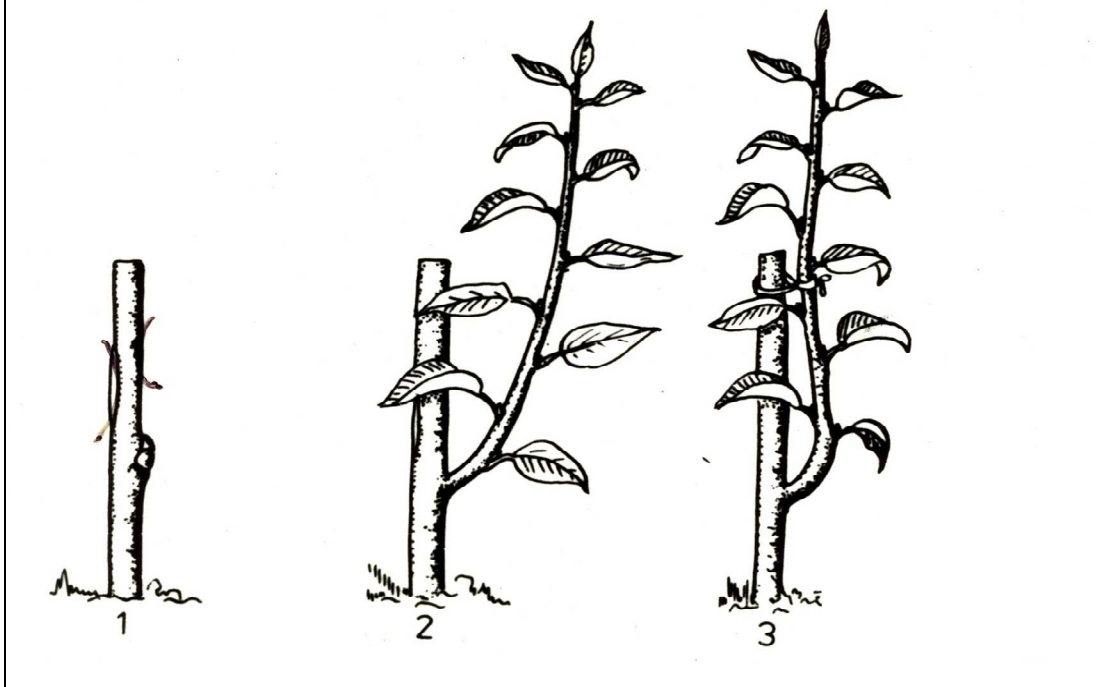
**a** - podnož před odstraněním čípku

**b** - správný řez

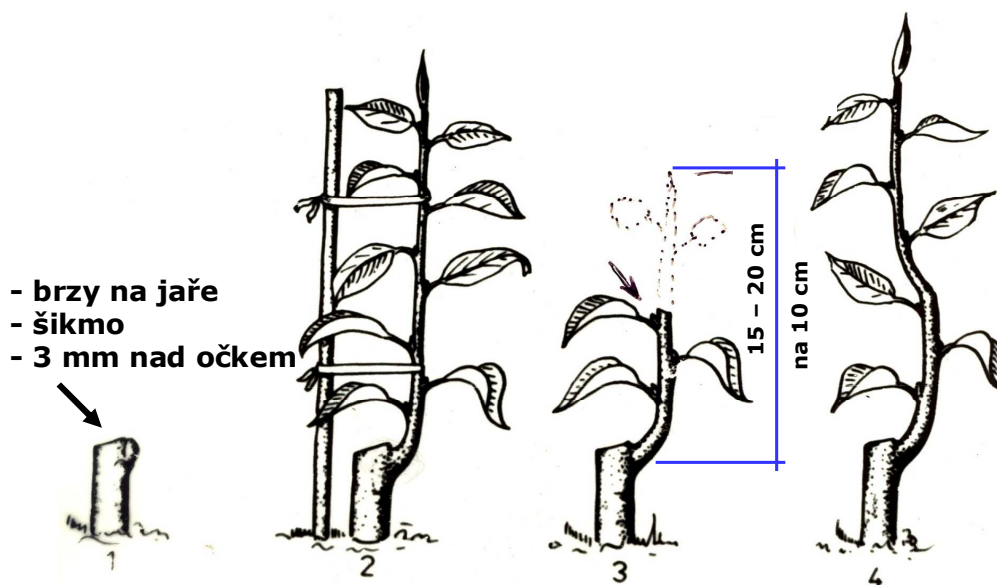
**c, d** - nesprávný řez



## A – ŘEZ PODNOŽE NA ČÍPEK



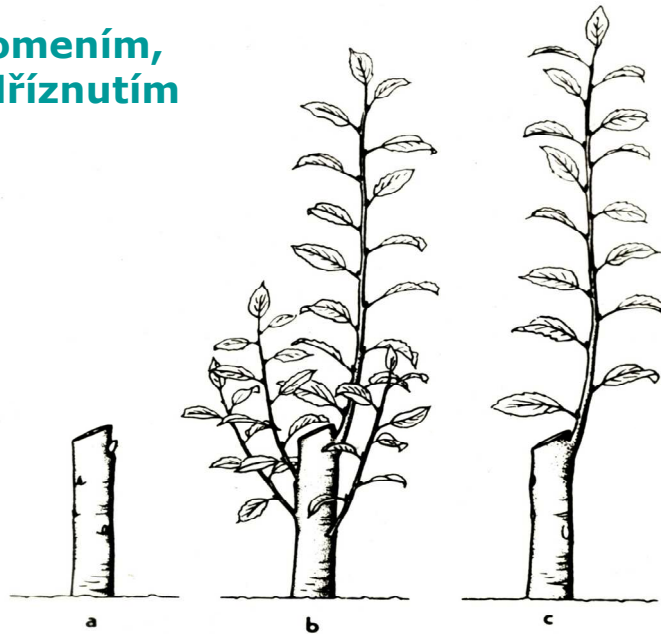
## B – ŘEZ PODNOŽE NA OSTRO (NA PUPEN, NA OČKO)



**PODP. HŮLKA A ČÍPEK SE ODSTRAŇUJÍ V SRPNU**

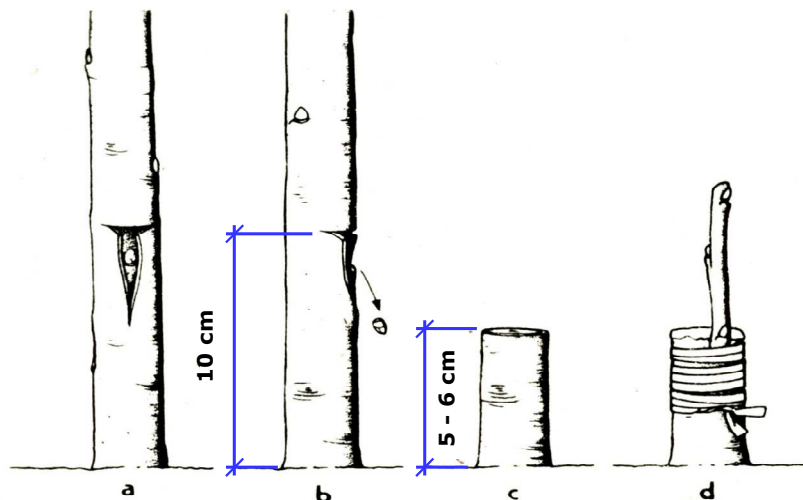
## ODSTRANĚNÍ PLANÝCH LETOROSTŮ NA NAOČKOVANÉ PODNOŽI

**IHNED** – vylomením,  
odříznutím

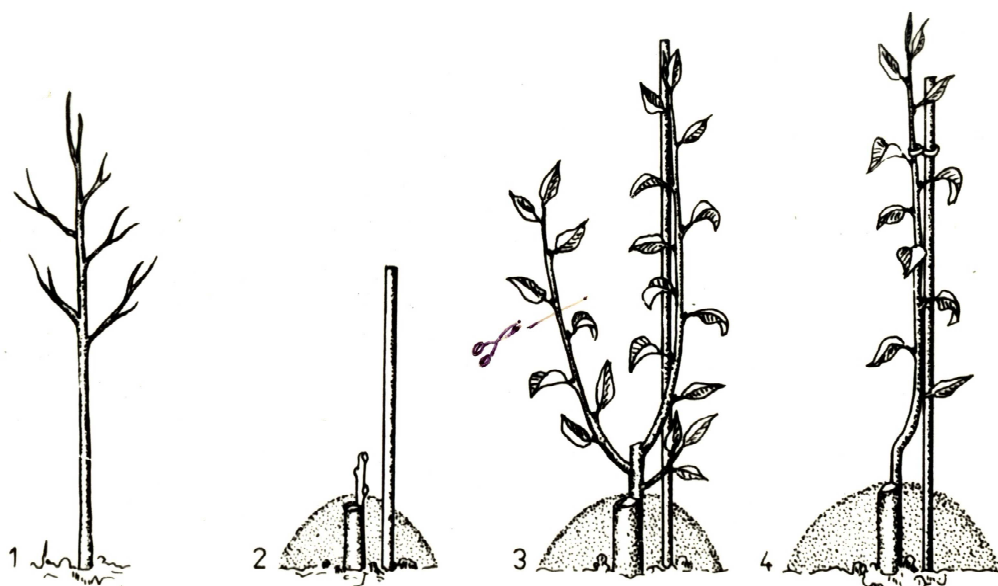


**OPRAVNÉ OČKOVÁNÍ** (po kontrole ujmутí očka)

**OPRAVNÉ ROUBOVÁNÍ** (na jaře i v průběhu  
vegetace – platování, kozí nožka)



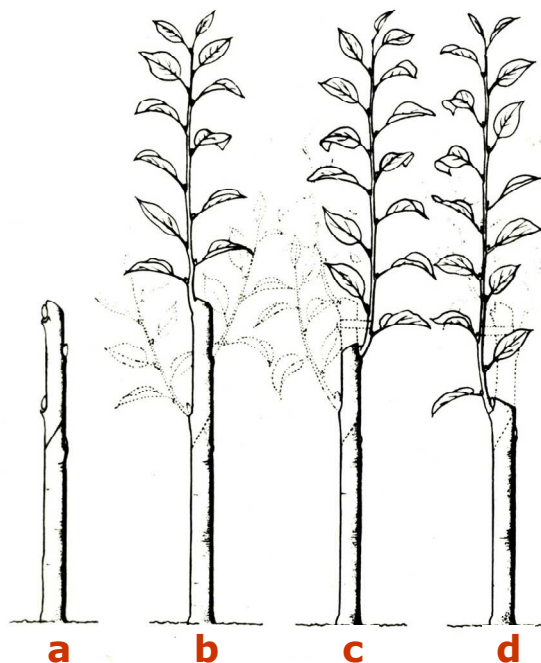
## OPRAVNÉ ROUBOVÁNÍ



**SRPEN** – odstranit pod. hůl, přebyt. výhony

## OPRAVNÉ ROUBOVÁNÍ

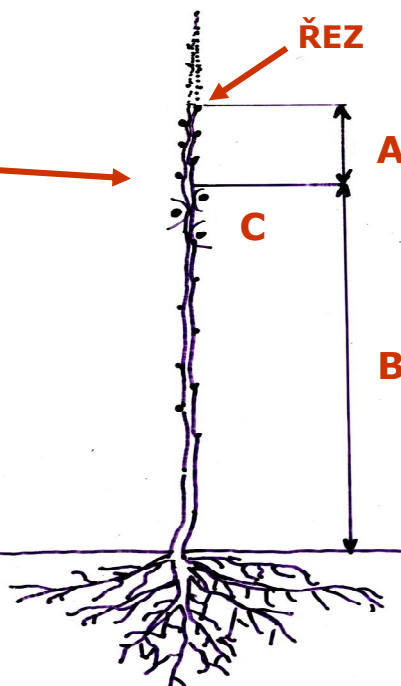
**c,d** – vyvazování  
k čípku, čípek se  
odstraní v srpnu



## ŘEZ NA KORUNU

- odstraňování obrostu za 4. (později za 2.) listem
- úplné odstranění do počátku srpna

- A** – 6 pupenů- z kterých vyroste koruna
- B** – výška kmene
- C** – vylomené (zaslepené) pupeny pod korunou



## TECHNOLOGIE VYPĚSTOVÁNÍ KMENE

- Z term. pupene
- Střídavým řezem
- Mezištěpováním

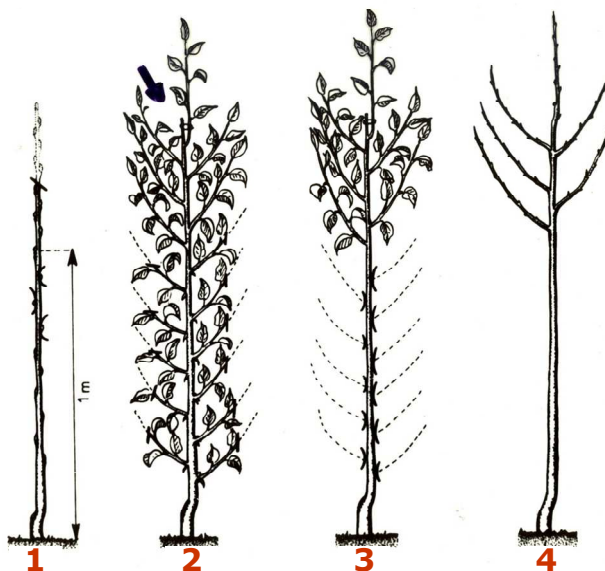
**TVARUJEME JIŽ NA JEDNOLETCE**

## VYPĚSTOVÁNÍ KMENE Z TERM. PUPENE

(třešeň, ořešák, jabloň, hrušeň)

**ad 2** – od května za 4. listem, dále za 2. listem, při tloušťce 5 mm zcela odříznout

**ad 3** – úplné odstranění v roce vyzvedávání (srpen)



## VYPĚSTOVÁNÍ KMENE STŘÍDAVÝM ŘEZEM

(nový letorost lze přivazovat k hůlce i na čípek)

- trvá o dva roky déle
- řez jaro
- odstranění obrost
- směr řezu střídat!!

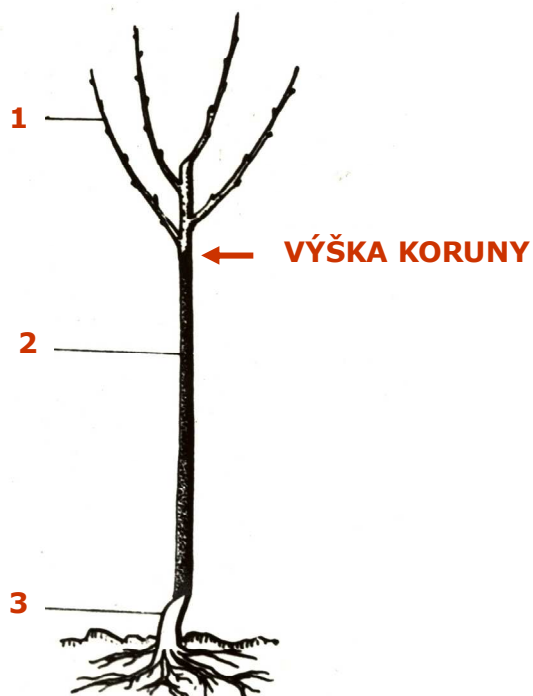




## VYPĚSTOVÁNÍ KMENE MEZIŠTĚPOVÁNÍM

- U odrůd slabě a křivě rostoucích
- Při nesnášenlivosti podnože a cílového kultivaru

- 1** – požadovaný kultivar (roubování)
- 2** – kmenový kultivar (očkování nebo roubování)
- 3** - podnož



## DOPORUČENÁ LITERATURA

- URBAN: ŠKOLA OVOCNÁŘE. SZN Praha, 2004, 328 s. (páté vydání, c – 1981)
- OBERTHOVÁ a kol.: ZAHRADNÍCKE ŠKOLKÁRSTVO. Příroda, 1989, 219 s.

# HYDROPONIE

Oldřich Mauer

- Pěstování rostlin výhradně vyživovaných látkami z živných roztoků (tj. ve vodě rozpuštěnými solemi) a upevněných jiným způsobem než v přirozené půdě

## DŮVODY PRO ZAVEDENÍ

- Příjem živin je sklouben s růstem a vývojem => vysoké výnosy
- Nemusí se každé 3 – 4 roky měnit substrát => ekonomika
- Průmyslový charakter výroby – úspora prac. sil až o 50%
- Nedostatek organických substrátů
- Šetření vody (výpar omezen pouze na transpiraci) ~ 3x
- Využití ve svažitých terénech
- Využití v nepříznivých stanovištních podmínkách

**Hydrop. „vytlačuje“ tradiční způsoby pěstování**

# ZPŮSOBY PĚSTOVÁNÍ ROSTL. BEZ PŮDY

## 1. VODNÍ KULTURA

- Nejstarší způsob hydroponie
- Rostlina je přímo pěstována KS v živném roztoku
- NČ je nad hladinou roztoku a je upevněna na pevných podložkách
- Dostatek O<sub>2</sub> je zajišťován
  - Provzdušňováním roztoku
  - Část KS je ve vzduchu
  - Periodickým zavlažováním

- Používaná nejvíce pro pěstování řas a sinic
- Jednoduchý provoz, možnost automatizace

## 2. TRYSKOVÁ VZDUŠNÁ KULTURA (AEROPONIE, A-NIKA)

- KS je uzavřen do prostoru a je periodicky zamlžován vod. roztokem živin
- Pod tlakem přes trysky
- Užití hlavně v Itálii

### VÝHODY:

- Dokonalý přístup  $O_2$
- Není třeba substrát
- Podstatně menší spotřeba roztoku
- Lze využít 3. prostor (výšku) => i nižší náklady na vytápění

### NEVÝHODY:

- Vyšší pořizovací náklady
- Nutná pečlivější a pravidelnější obsluha

### 3. SUBSTRÁTOVÉ KULTURY

- Pěstování rostlin v substrátu, který nahrazuje půdu
- Vlastnosti substrátu (nosného média)
  - Malá chemická aktivita
  - Vysoká vzdušná a vodní kapacita
  - Nesmí obsahovat škodliviny
  - Použití bez výměny dlouhá léta
  - Vysoká propustnost pro vodu
  - Nízká objemová hmotnost
  - Nízká cena
  - Dostupnost

- V 60. a 70. létech hlavně štěrk a písek
- Dnes spíše lehké minerální substráty – PERLIT, VERMICULIT, GRODAN, BIOLASTON, AGREX, HYGROMULL, STYROMULL ...

#### VÝHODY:

- Dobré provzdušnění pro KS
- Snadná kontrola živ. roztoku
- Dobré udržení pH
- Dobré upevnění rostlin

### NEVÝHODY:

- Hromadění nežádoucích solí
- Rozvoj nežádoucí mikroflóry
- Regenerace (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, metylbromidem) málo účinná
- Jsou těžko zničitelné (vylehčování půd)

### 4. RAŠELINOVÉ KULTURY

- Nejde o „čistou“ hydroponii
- Pěstování rostlin v nevyhnojených rašelinách a výživa je zajišťována hnojivou zálivkou v průběhu celého veg. období (života rostliny)
- Přednost se dává vrchovištní rašelině
- Bylo probráno v „Zakládání lesů“

## 5. VÝŽIVA ROST. POMOCÍ ADSORBOVANÝCH ŽIVIN

- Živiny se nedodávají v podobě roztoku solí, ale jako ionty adsorbované do syntetického a výměny schopného materiálu (podobně jako živiny vázané na koloidy v půdě)
- Tento „nosič“ se mísí do nosného média
- Po vysázení rostlin se dodává pouze čistá voda

- Princip

- Za adsorbovaný iont z roztoku adsorbent vyše do roztoku iont jiný

- Využití

- Hlavně v „pokožové hydroponii“
- Krytokoř. sad. materiál

## 6. ADHEZNÍ KULTURY

- Hustý porost kultur vyrůstá na podnosech a spleť hustých kořenů vytváří „vlastní nasáklivý substrát“ (ječmen, oves, trávy)
  - Živný roztok se dodává několikrát za den zálivkou => KS není v živ. roztoku
  - Do výšky NČ asi 20 cm se rostliny speciálně neupevňují
- VHODNOST ROSTLIN PRO PĚSTOVÁNÍ**
- optimum – poměr objemu NČ/KS – 1/4 až 1/8
  - většinou se neseje , ale přesazují se již vypěstované rostl.

## **ZAŘÍZENÍ PRO HYDROPONII**

- Skleníky, fóliovníky
  - Hydroponické vany
    - Betonové, železné, asfaltobetonové
    - Dřevěný rám vystlaný fólií
    - Z umělé hmoty (pěst. žlaby) – ne PVC (reag.)!
    - Skleněné (pod nimi normál. sklen. hospod.)
- Musí být vyspádovány => výpušť, nepropustné



– Živný roztok

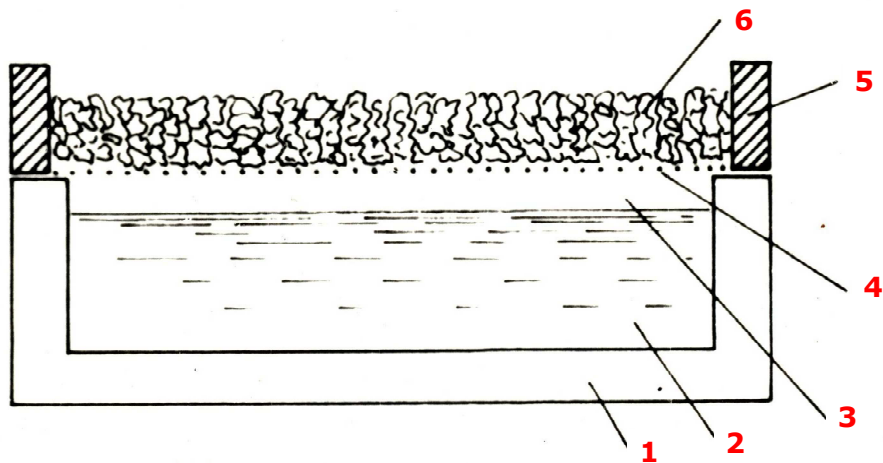
- KS stále v roztoku (roztok ovlivňován koř. exudáty)
- KS občas zaplaven (roztok nesmí vířit)
- Pouze množství, které je ihned spotřebováno
- Roztok je dodáván
  - Samospádem
  - Rozstřikem
  - Nuceným oběhem
- Míchací zařízení (na živný roztok)

- Nádrže na roztok
  - Z umělé hmoty (objem až po 10 000 l)
  - Izolovat (podchlazení x přehřívání roztoku)
  - Prokysličování roztoku
- Rozvody
  - Z umělé hmoty, uzavřené, v zemi
  - Filtry
- Elektronický kontrolní a regulační systém
  - Měřící přístroje sledují
    - pH
    - Vodivost roztoku
    - Teplotu
    - Výšku hladiny

- Regulač. zařízení
  - Doplnují živiny
  - Upravují pH
  - Spouštějí poplašná zařízení
  - Upravují výšku hladiny roztoku
  
- Ve velkoprovozech vše řízeno počítačem

+ regulace hydrotermálního režimu skleníku

### GERICKEHO METODA

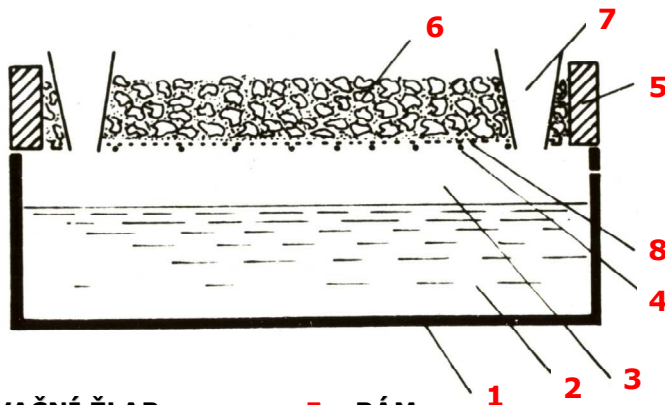


- |                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| 1 – KULTIVAČNÍ ŽLAB  | 4 – ROŠT                           |
| 2 – ŽIVNÝ ROZTOK     | 5 – RÁM                            |
| 3 – VZDUCHOVÁ VRSTVA | 6 – SUBSTRÁT (PILINY, SLÁMA, SENO) |

## WROCLAWSKÁ HYDROP. METODA

**1. FÁZE** – substrátová kult. (závlaha shora)

**2. FÁZE** – vodní kultura (nezavlažuje se)



**1** – KULTIVAČNÍ ŽLAB

**2** – ŽIVNÝ ROZTOK

**3** – VZDUCHOVÁ VRSTVA

**4** – ROŠT

**5** – RÁM

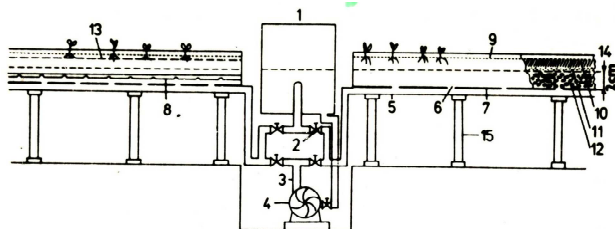
**6** – SUBSTRÁT (RAŠELINA, KŮRA)

**7** – MANIPULAČNÍ PROSTOR (doplň. roztok, kontrola hladiny)

**8** – SÍŤKA

## SYSTÉM VÉBER – PIVOŇKA

(... i nízké tvary ovocných stromů)

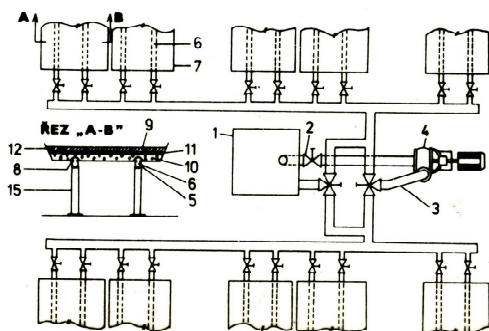


**1** – VYROVNÁV. NÁDRŽ

**2, 3, 4** – ČERPADLO, VENTIL

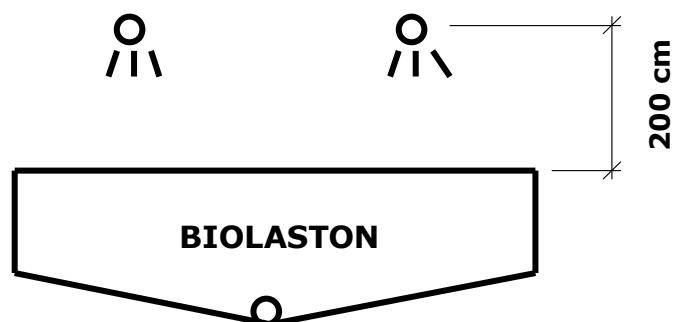
**5, 6, 8** – ROZVODY ROZTOKU

**9 – 12** – VRSTVY SUBSTRÁTU



## ZAMLŽOVACÍ METODA – SYSTÉM BERGANN

(... i pro pěst. okras. dřevin)

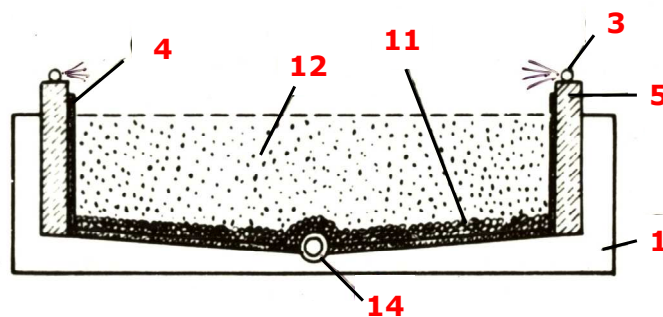


Zamlžování  $8-9 \text{ hod} \cdot \text{den}^{-1}$  (kon. roztoku 0,2%)

## POSTŘIKOVACÍ METODA

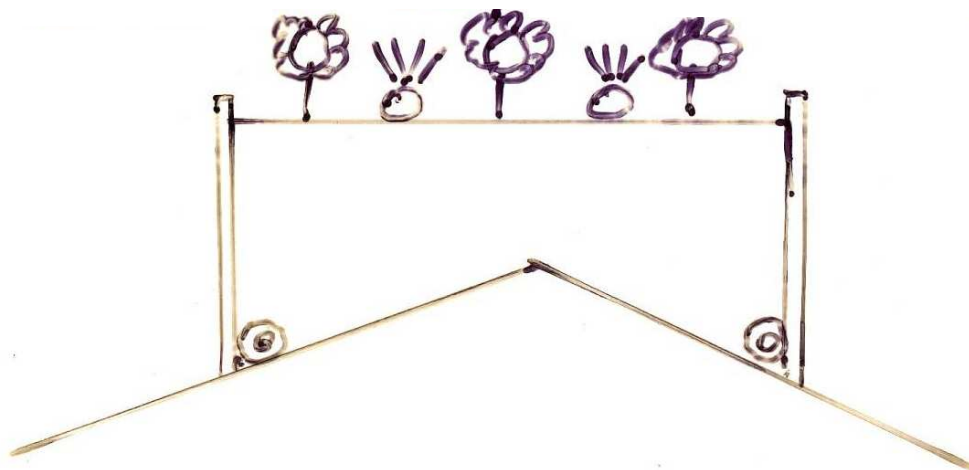
(... i okrasné dřeviny)

**A – závlaha substrátu**

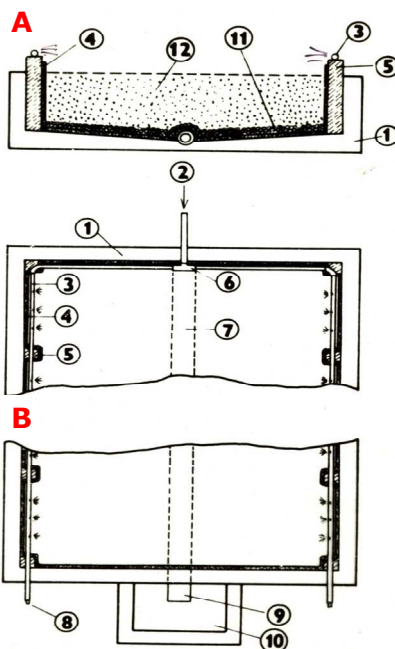


- 1 – KULTIV. ŽLAB
- 3 – ROZSTŘIKOVAČ (perforovaná trub.)
- 4 – FÓLIE
- 5 – DŘEVĚNÝ RÁM
- 11, 12 – SUBSTRÁT (štěrk, písek)
- 14 – ODVOD ROZTOKU

## B – zálaha substrátu a rostlin

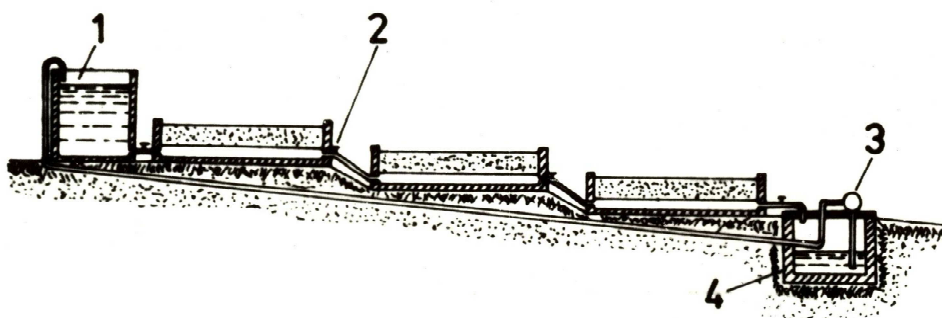


## POSTŘIKOVACÍ METODA - A



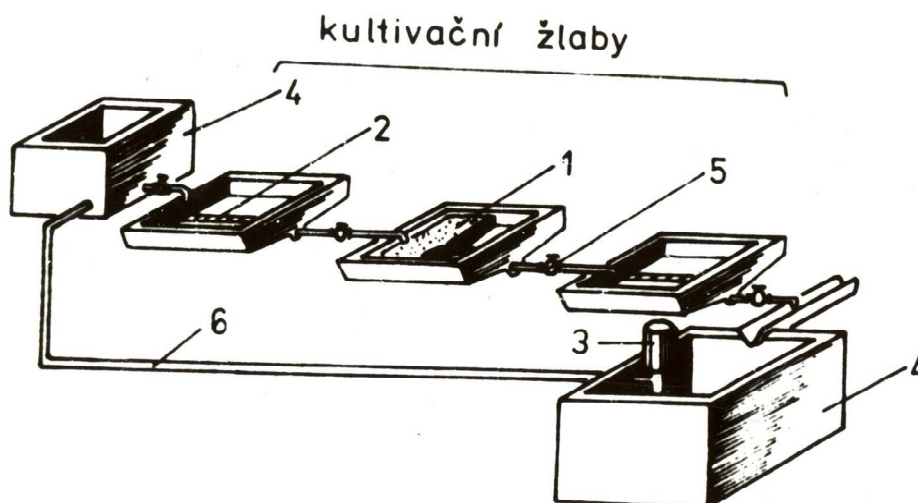
## KASKÁDOVÉ KULTIVAČNÍ ZAŘÍZENÍ

- 1 – RETENČNÍ NÁDRŽ
- 2 – VENTIL (UZÁVĚR)
- 3 – ČERPADLO
- 4 – SBĚRNÁ NÁDRŽ

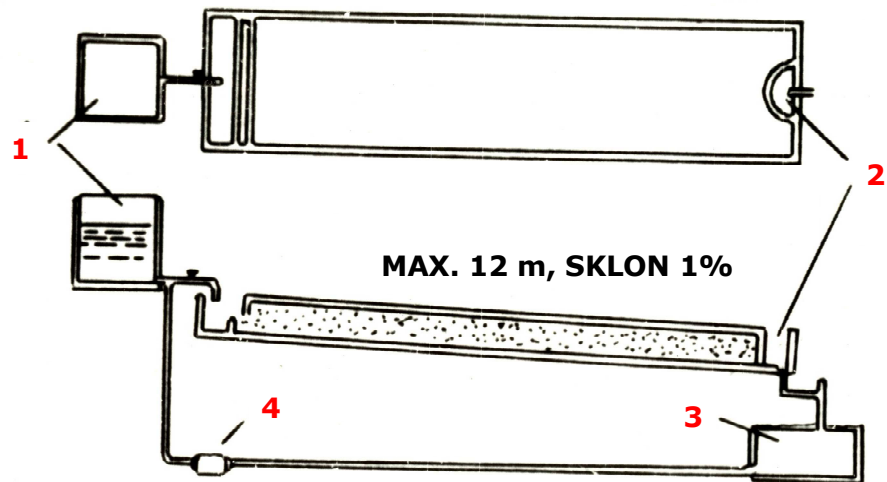


(v každé vaně ztráta 10% objemu roztoku, „ubývání živin“)

## KASKÁDOVÉ KULTIVAČNÍ ZAŘÍZENÍ



## SPÁDOVÝ ŽLAB (... i pro okrasné dřeviny)



**1** – RETENČNÍ NÁDRŽ

**2** – ZACHYCOVAČ HRUB. NEČISTOT

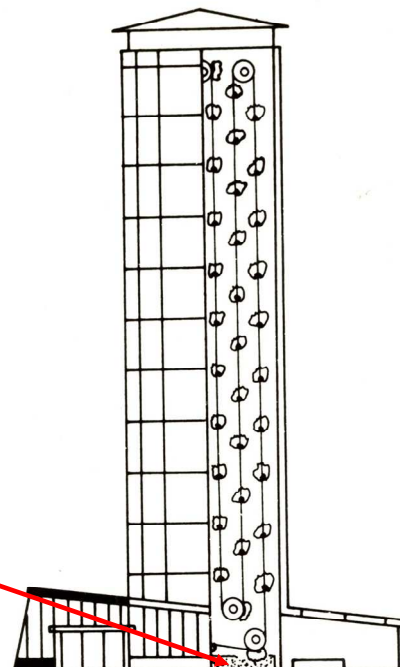
**3** – SBĚRNÁ NÁDRŽ

**4** – ČERPADLO

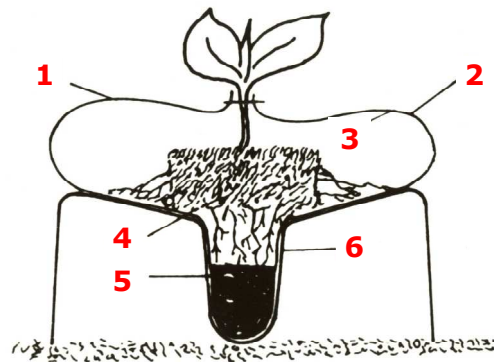
## HYDROP. VĚŽOVÝ SKLENÍK

- Plocha 50 m<sup>2</sup>, výška 41 m  
=> 1000 m<sup>2</sup> nor.skl.
- Doba oběhu 1 až 5 hod

- Rostliny ponořovány do roztoku
- Rostliny postřikovány roztokem

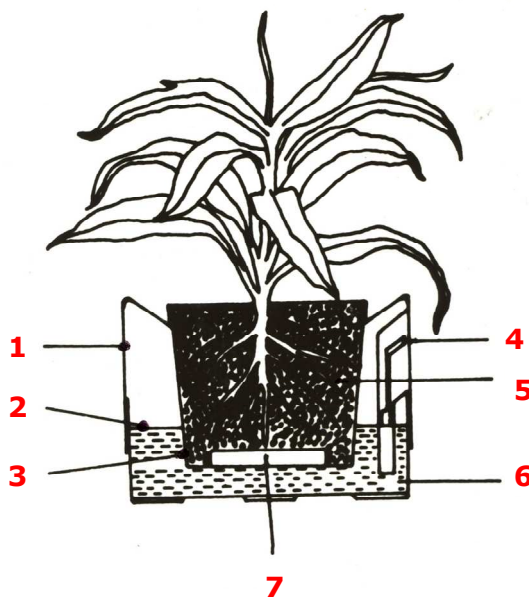


## HYDRODUKT - HYGRO



- 1 – VLÁHOVOD (FÓLIE)
- 2 – VNĚJŠÍ HLINÍKOVÁ VRSTVA
- 3 – VNITŘNÍ ČERNÁ VRSTVA Z PE
- 4 – ČEDIČOVÁ PLSŤ
- 5 – ZÁSOBNÍK NA ROZTOK
- 6 – VYTVAROVANÝ, VYSPÁDOVANÝ NOSNÝ ŽLAB

## HYDROPONICKÁ KULTURA S IONTOMĚNIČEM

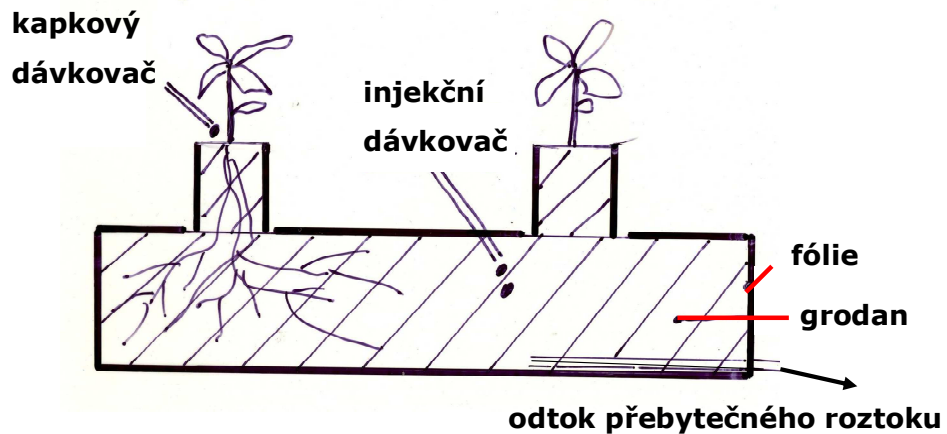


- 1 – PLASTOVÝ OBAL (DRŽÁK)
- 2 – HLADINA VODY
- 3 – KVĚTINÁČ Z PLASTOVÉ HMOTY
- 4 – VODOZNAK
- 5 – INERTNÍ SUBSTRÁT
- 7 – BATERIE (PATRONA) S IONTOMĚNIČEM



## KAPKOVÝ HYDR. SYSTÉM

(... i pro matečnice)



## ŽIVNÉ ROZTOKY

- Není půda – netlumí, nechrání!
- V roztoku patog. mikroorg. => ošetření ultrazvukem
- Nejdůležitější je kvalita vody – do 20°N
- Povrchová voda není dobrá – tuhé přímíšeniny, řasy, sinice
- Tvrdá voda sráží Ca, P, Fe, Zn => snížení živné hodnoty roztoku
- Při cirkulač. metodách větší kvalita vody než při její spotřebě
  - Při cirkulačních metodách sterilizace roztoku (+95°C)

- Vyvážená média!! (jednotl. složky jsou spotřeb. stejnou rychlostí)
  - =>média lze recyklovat
  - =>podle biomasy lze kontrolovat proces
- pH 4,5 – 5,5 (kyselé prostředí blokuje biog. prvky, alkalické mikroprvky)
- V roztoku vždy biogenní i stopové prvky
  - Důležitý poměr biogen. prvků (N:P:K – 1:0,4:1,2)
- Jeden roztok nemusí vyhovovat v průběhu celého pěstování => jeho výměna nebo úprava

- Při přípravě živ. roztoku celá řada receptur; Alijeva: Pěst. zel. v hydr. sklen. (1998)
- Průmysl. vyráběné roztoky
  - HYDROPONIK, HYDROPON 10, 20 ...
  - Special. fy., které namíchají roztoky dle kvality vody (musí garantovat kvalitu produkce)
- Koncentrace živin dle elekt. vodivosti
  - V 1. fázi do 0,15 mS, optimum 0,3 mS
- Transpirací a odparem se odčerpává voda
  - => dodávat i vodu, jinak zvýšení koncent. živin!!!
  - => při stagnování roztoku – poloviční koncent. živin

- Ke zvýšení kyselosti – kysel. fosforečná nebo dusitá
    - Alkalita se zvyšuje hydroxidem draselným
  - Teplota roztoku se má blížit teplotě vzduchu
  - Okysličování roztoku v nádržích – čím vyšší teplota roztoku, tím větší def. O<sub>2</sub>
  - Roztok se nesmí pouštět do kanalizace
    - Bezeškodná likvidace
    - Zředění a zálivka polních kultur
    - Recyklace
      - Převařováním
      - Ionizace O<sub>3</sub>
- } → moc drahé

## **KONTROLA ŽIVNÉHO ROZTOKU (není-li vše sledováno kontinuálně)**

- Výška hladiny – každý den
- pH – 1 x týdně
- Živiny - 1 x za 1 až 3 týdny
  - NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>, K, Ca, Mg, Fe, Zn, B, Cu, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>

## DLE ZPŮSOBU DOPLNĚNÍ ŽIVIN HYDR. DĚLÍME

- Bez doplňování živin
- S periodickým doplňováním živin (lépe celé vym.)
- S kontinuálním doplňováním živin
- Kultury s pevným nosičem živin (iontoměniče)

## ŽIVINY VE VOD. ROZTOKU

**N** – ve formě dusičnanové a amoniakální

**P** – ve formě fosforečnanu vápenatého, draselného, amonného – nebo jako kys.fosforečná

**K** – dusičnan nebo fosforečnan draselný

**Ca** – nedává se – je ve vodě

**Mg** – síran hořečnatý

**Mikroel.** – Mg, Zn, Cu, Bo, Mo, Fe

**zvýšení ústojčivosti** – přidání kyseliny nebo org.  
hmoty

## Hydroponie v lesnictví

### **NOSNÉ MÉDIUM (vlastnosti)**

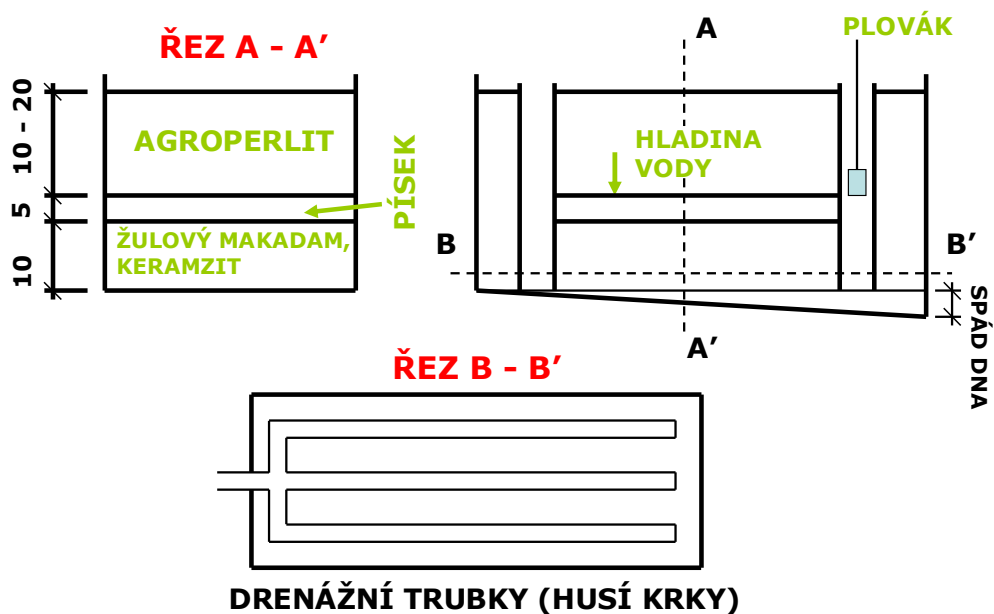
- Mech, rašelina, kamenná drť, škvára, vermikulit, keramzit, perlit
- Nejvhodnější agroperlit  
(expandovaný perlit)
  - Dobré zakotvení rostlin
  - Nepatrná chemická aktivita
  - Indiferentní vliv na rostliny
  - Dlouhá doba použití (18 let)
  - Vysoká vodní a vzdušná kapacita
  - Vysoká propustnost pro vodu
  - Malá objemová hmotnost
  - Přijatelná cena

### **ŽIVNÉ MÉDIUM – VODNÝ ROZTOK ŽIVIN (vlastnosti)**

- Nesmí reagovat s nosným médiem
- Chemická stabilita alespoň 1 rok
- Vysoká ústojčivost
- Nasazené koncentrace, aby zásoba živin „chvíli vydržela“
- Nevhodný pro růst hub a plísní

Lze koupit KONIFERIN II - hydroponický – 650 g na 1000 l vody

## SCHÉMA HYDROPONIE



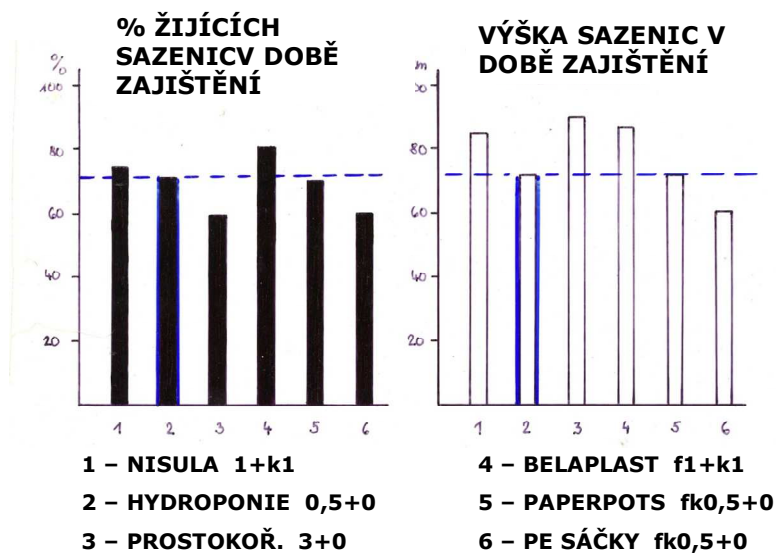
## PRŮMĚRNÉ HODNOTY VYPĚSTOVANÝCH f 1+0 SEMENÁČKŮ

	HYDROPONIE		RAŠEL. + KONIFER. I	
	NČ	KK	NČ	KK
SM	11,3	1,8	7,8	1,3
BO	18,1	2,8	13,6	1,9
BOČ	12,7	3,1	10,4	2
MD	28,5	3,7	15,4	2,3

NČ – NADZEMNÍ ČÁSTcm

KK – KOŘENOVÝ KRČEKmm

## VLIV RŮZNÝCH TYPŮ SADEBNÍHO MATERIÁLU NA RŮST KULTUR SMRKU (Pospíšil 1988)



## HYDROPONIE - RIZIKA

- Bezpodmínečná technologická kázeň
- KS bez mykorhizy
- Možné abnormality KS
- KS bez „ochrany“ => adekvátní manipulace

## DOPORUČENÁ LITERATURA

VÉBER, K.: Hydroponické kultivační systémy. Studie  
ČSAV, č. 8, 1986, 118 s.

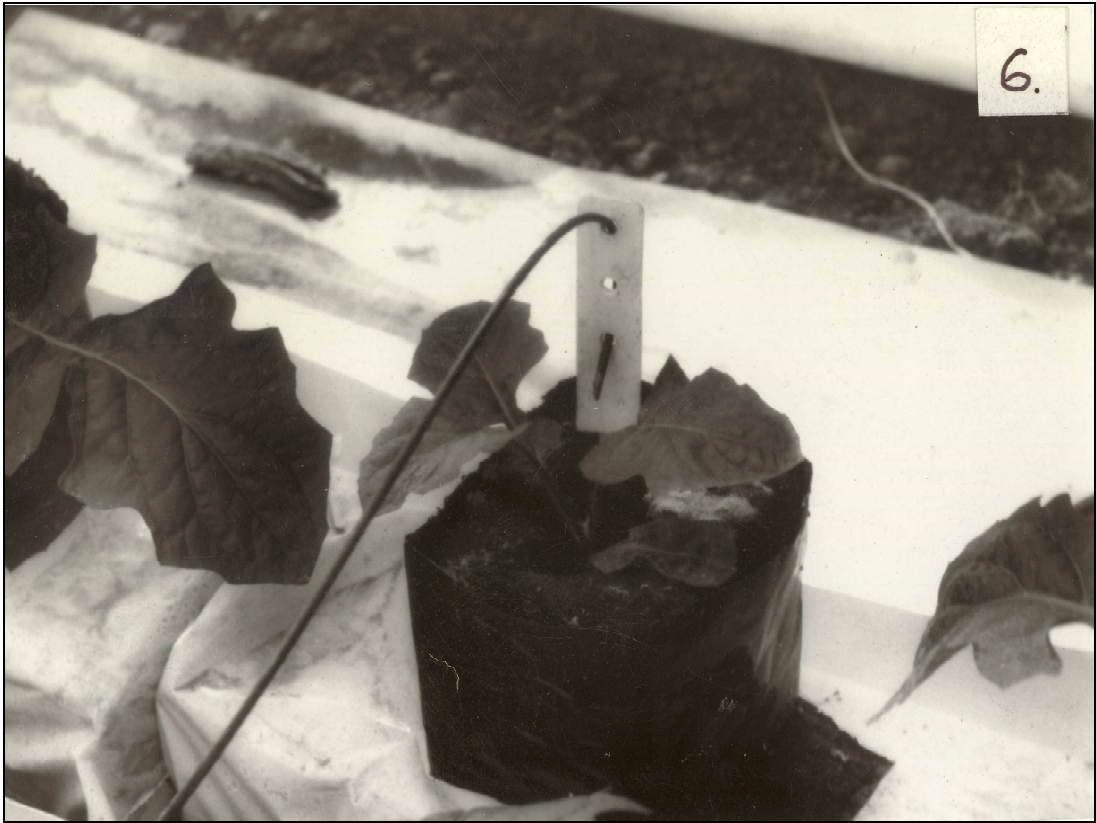
MAUER a kol.: Zakládání lesů. Skriptum, VŠZ BRNO,  
2009.

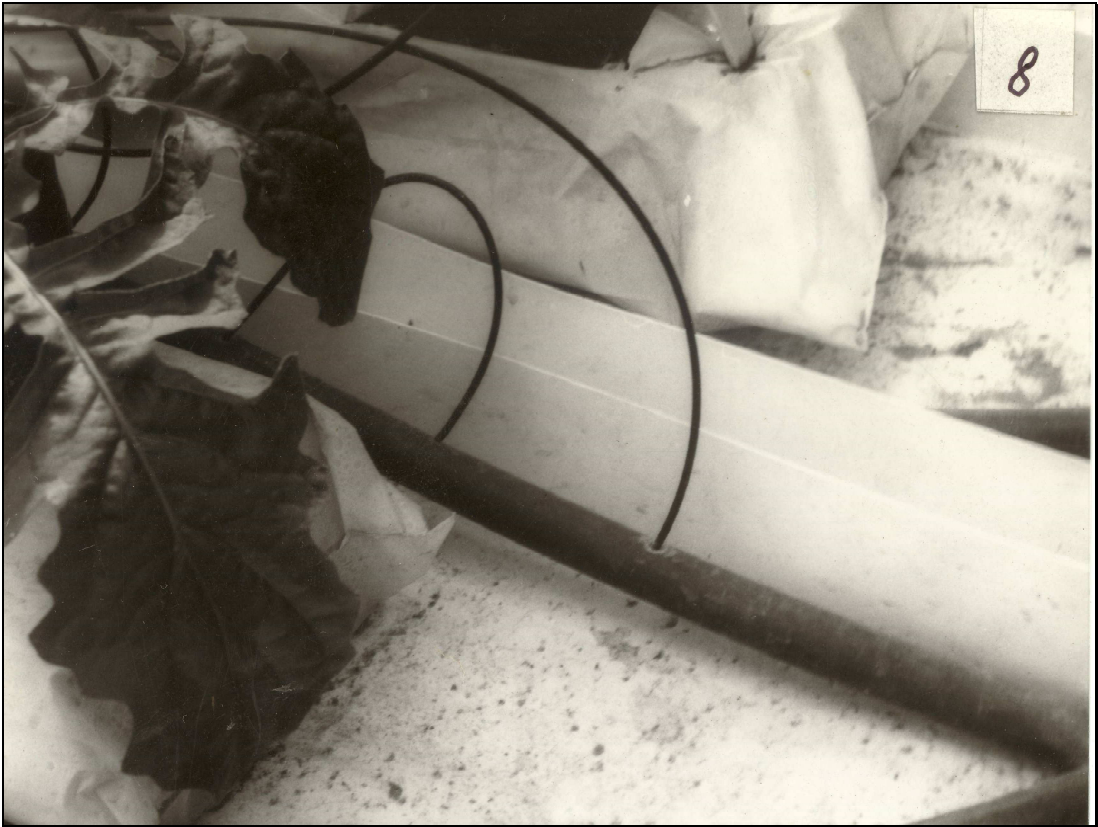






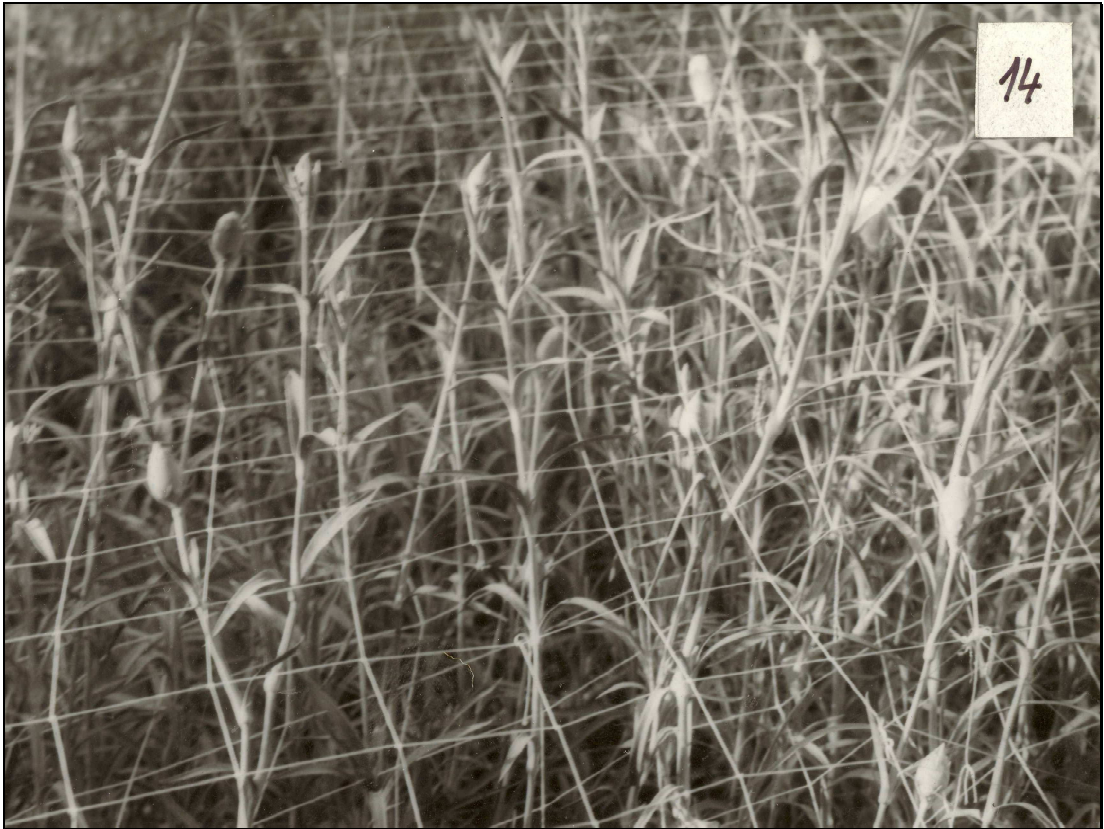






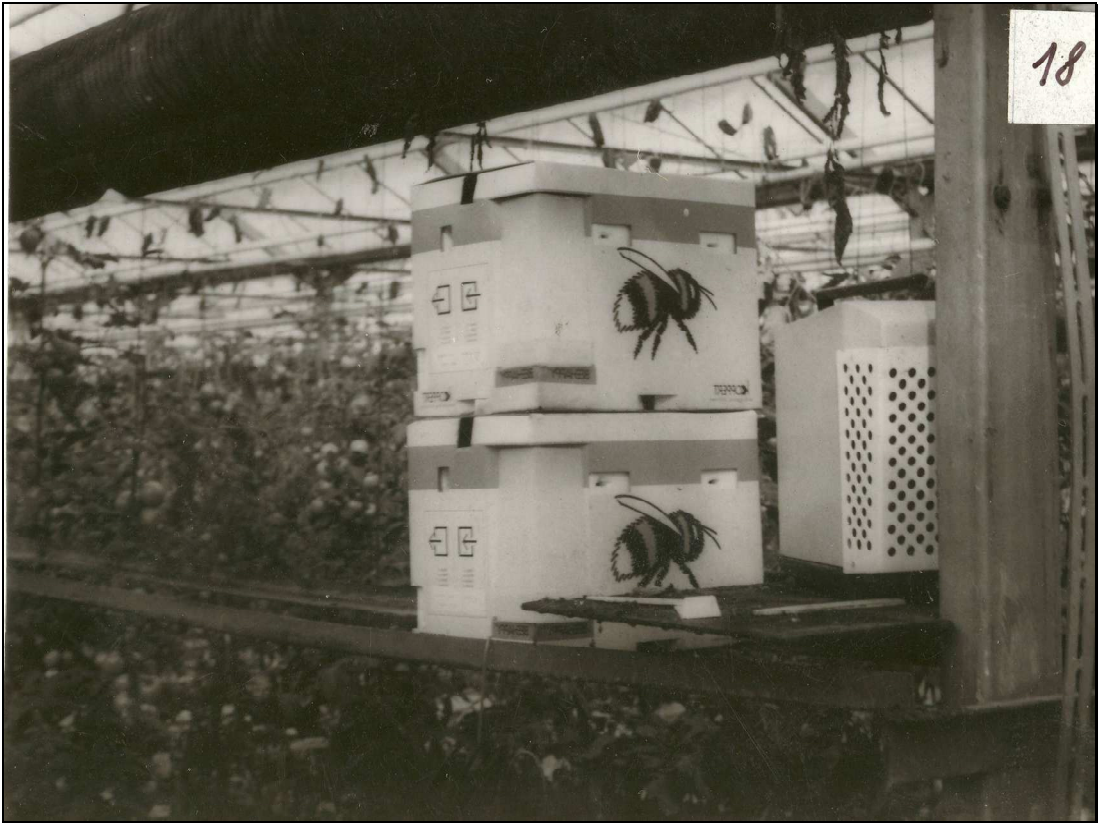


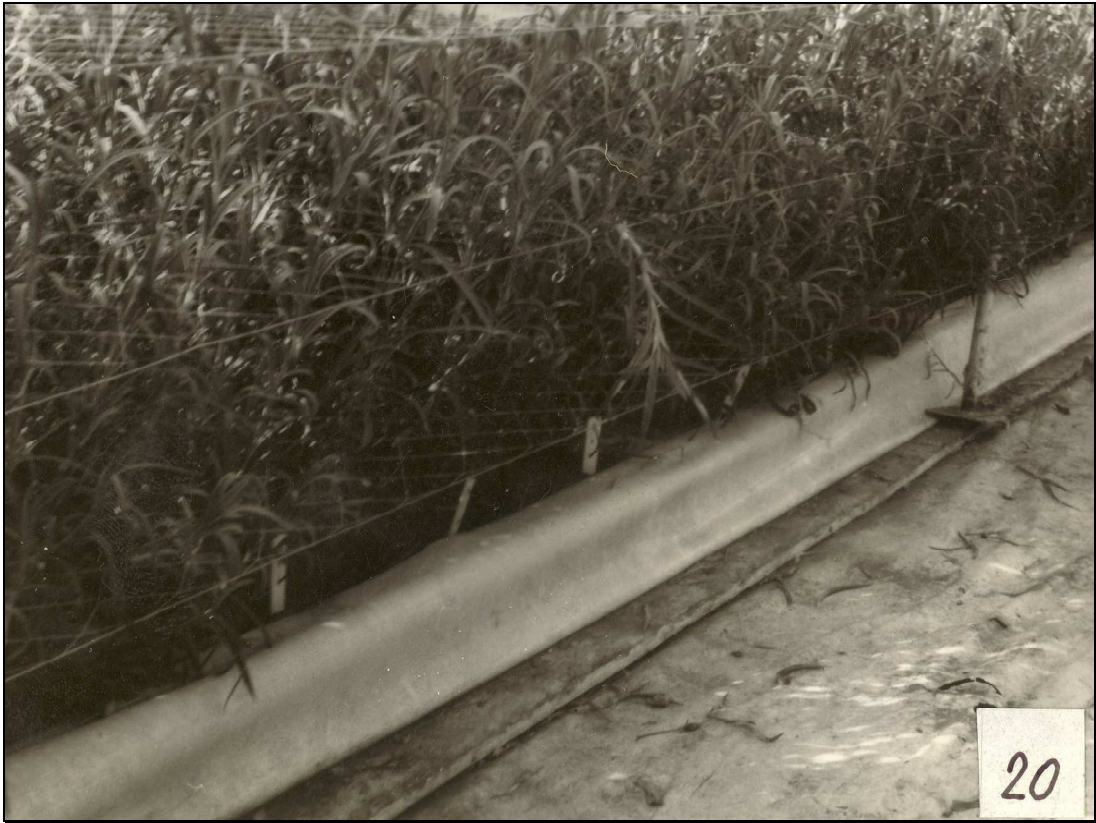












# MYKORHIZA A JEJÍ VÝZNAM PŘI ZALEŠŇOVÁNÍ (OBNOVĚ LESA)

Oldřich Mauer

## MYKORHIZA

- je nedílnou složkou ekosystému
- bez MK nemůže ekosystém fungovat
- většina rostlin bez MK nemůže růst
- antropogenní vliv MK kvalitativně i kvantitativně ovlivňuje

## MYKORHIZNÍ SYMBIÓZY – Definice

- mykorhiza je soužití kořenů s hyfami hub, které má charakteristické formy a funkce

## ROZDĚLENÍ MYKORHIZ – 12 typů

- ektomykorhizy (EKM) – u dřevin
- endomykorhizy (ENM, VAM) – převážně u bylin
- specifické:
  - pseudomykorhizy
  - ektendomykorhizy
  - superficiální MK

## ANATOMICKÁ STAVBA NEMYK. KOŘENE DŘEVIN

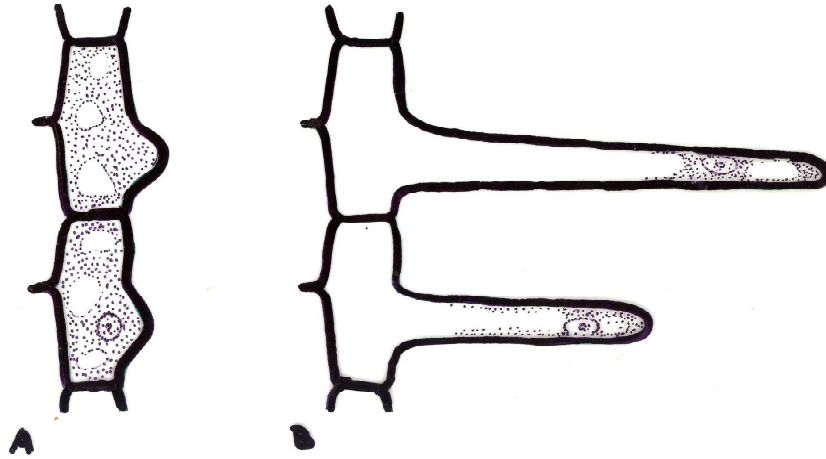


- Zóna kořenového vlášení – délka cca 2 cm, délka vlásku cca 2 mm

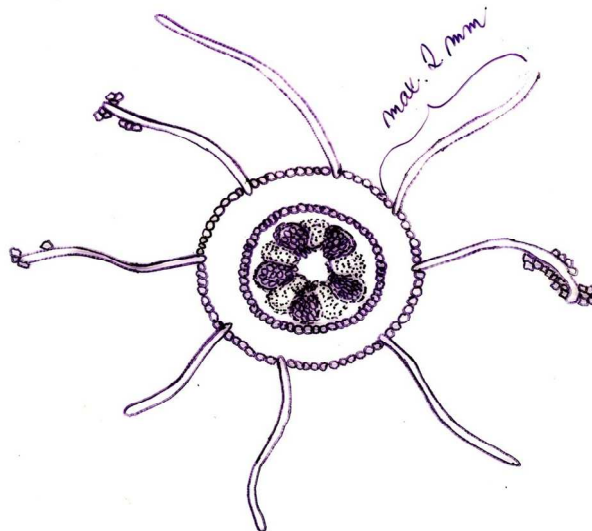
### VZNIK MYKORHIZ

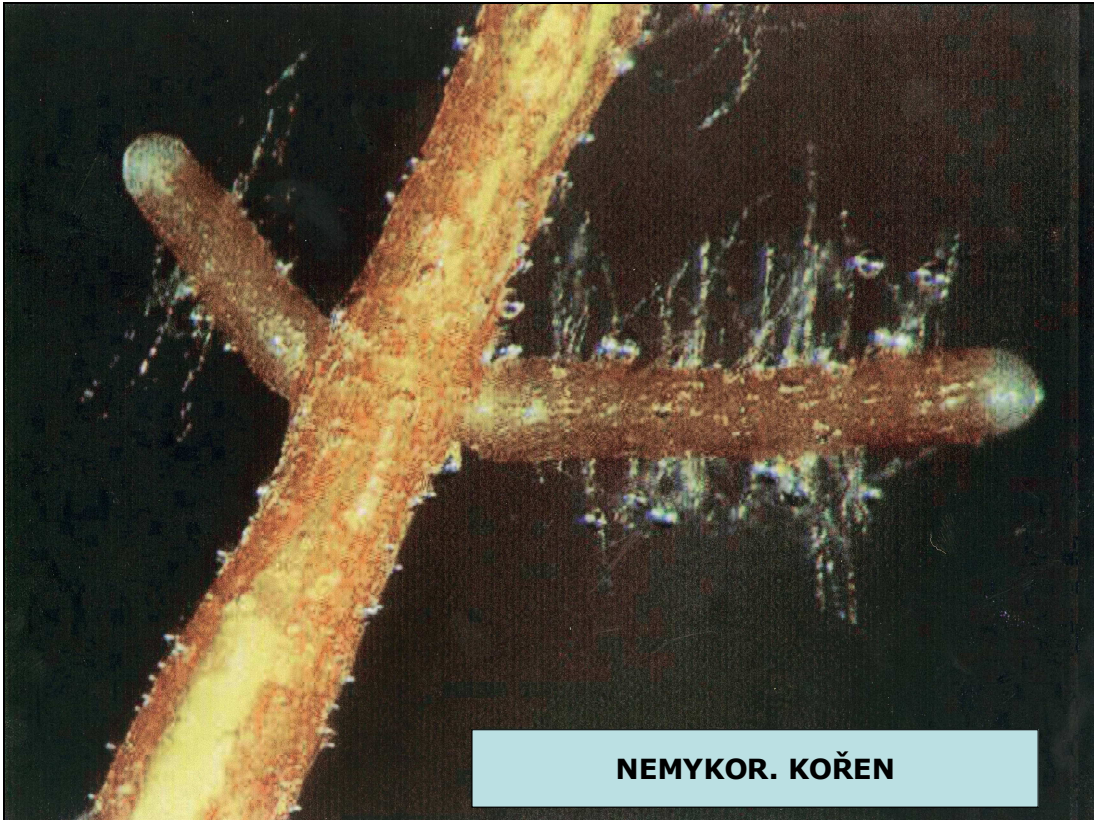
- Již v moři (s mořskými houbami)
- Až na souši (ze slabého saprofytu)

## Vznik kořenového vlásku



## Schematické znázornění řezu blízko špičky rostoucího nemyk. kořene





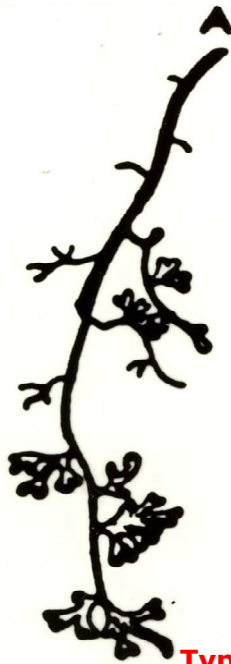
**NEMYKOR. KOŘEN**

**MORFOLOGIE EKM**



**Kořen. špičky nabubřelé, konec světlý**

**VIDLIČNATÉ**

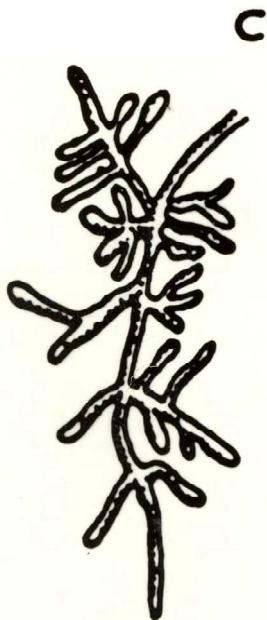


**DICHOTOMICKÉ - PINUS**

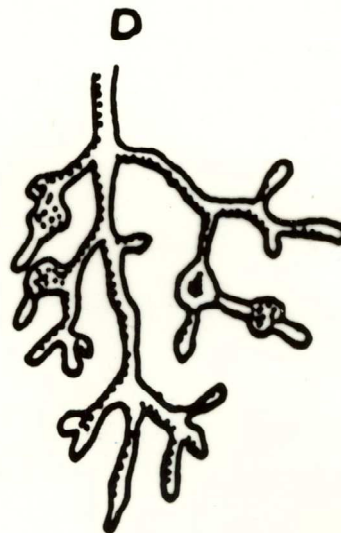


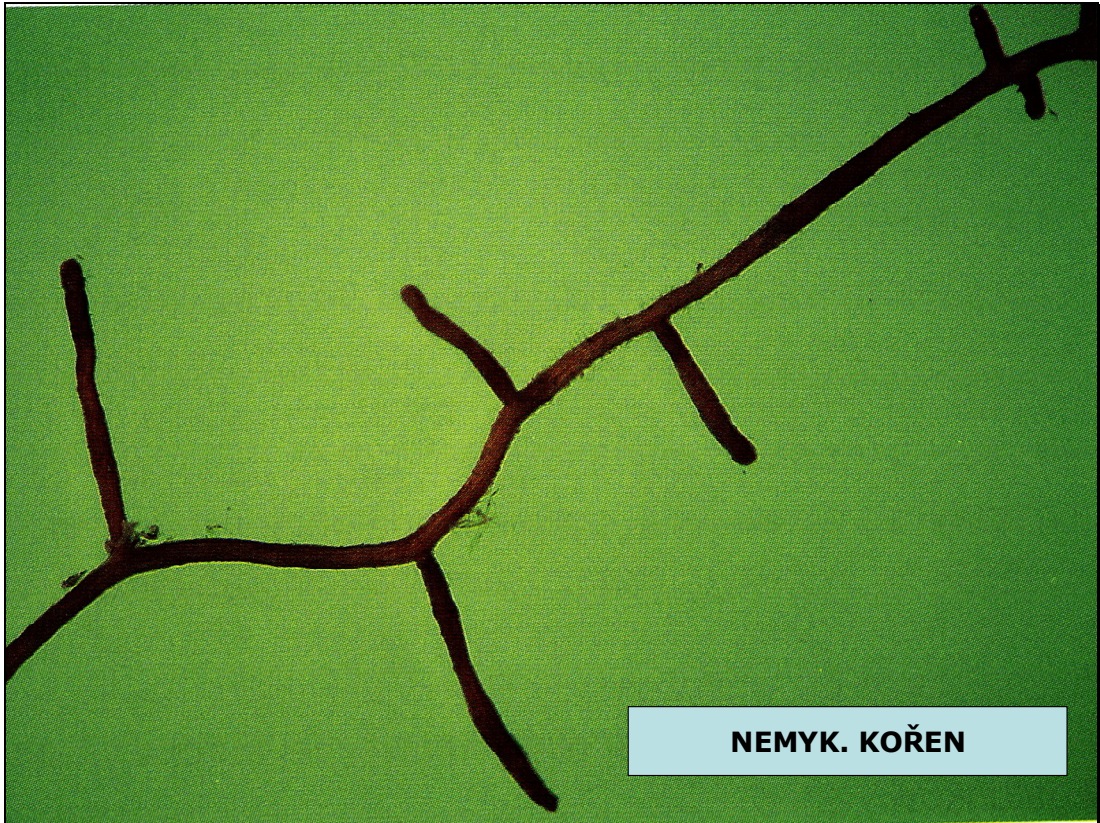
Typ větvení ovlivňuje dřevina

**EKM BUKU LESNÍHO  
(stromečkovitá, monopodiální)**



**KLUBÍČKOVITÉ**





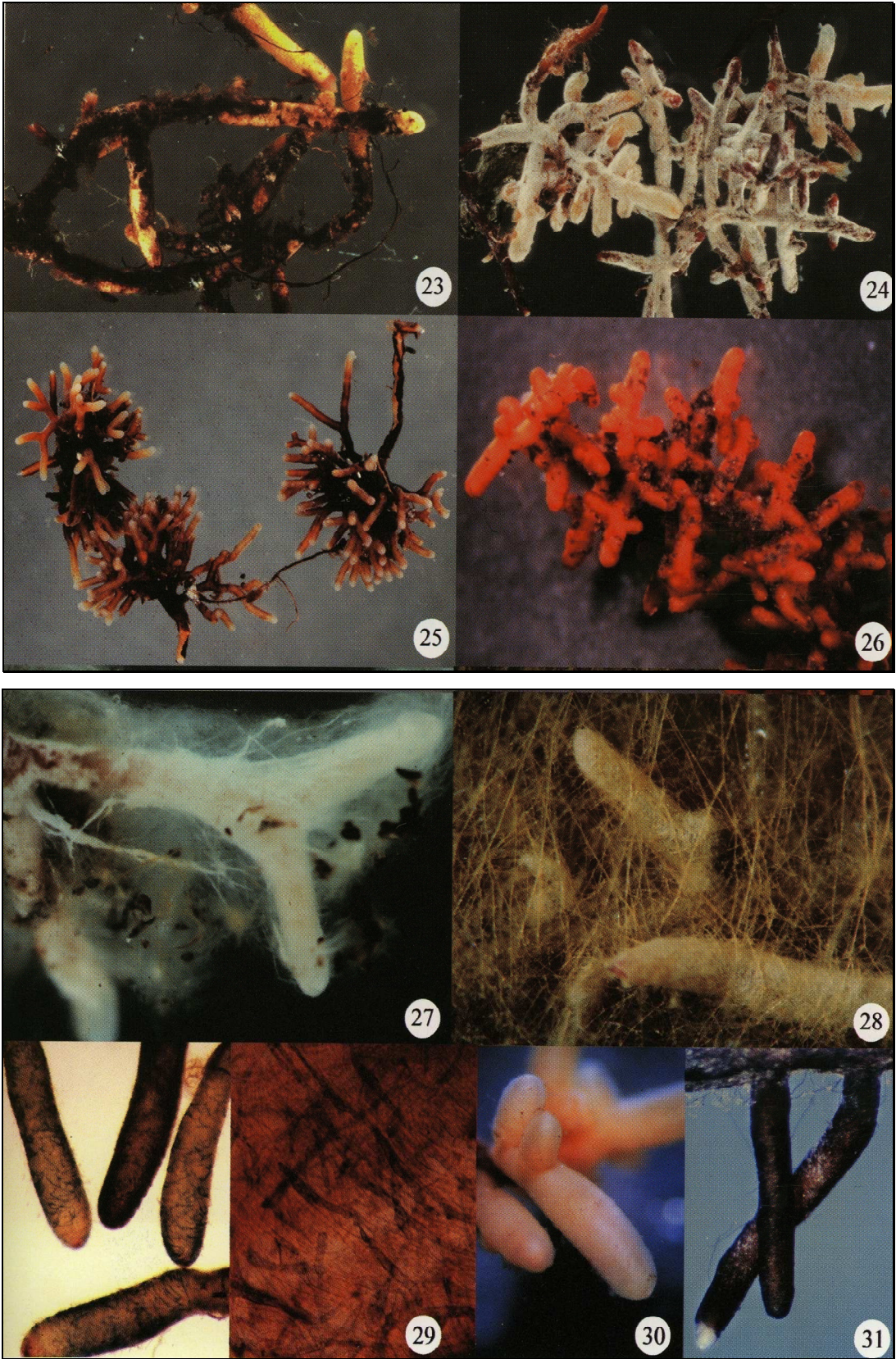
**NEMYK. KOŘEN**



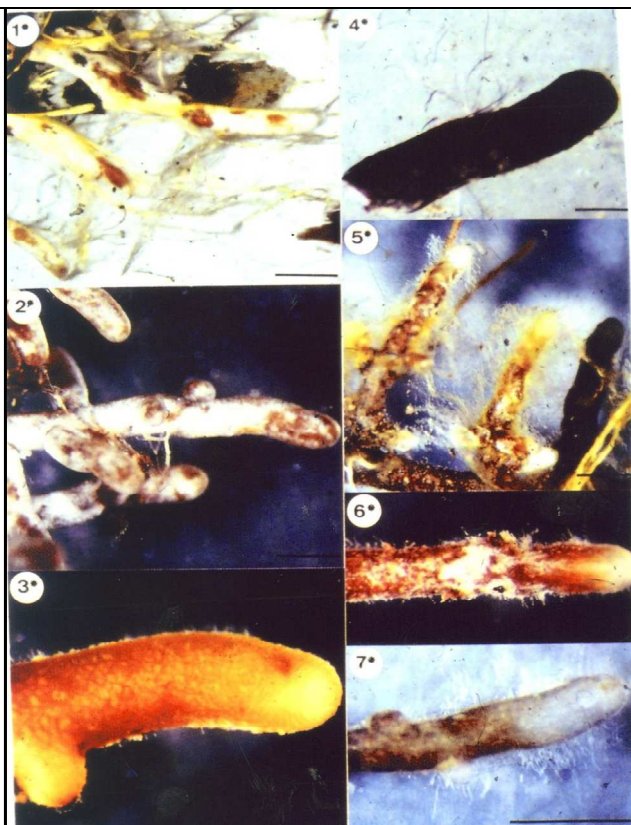




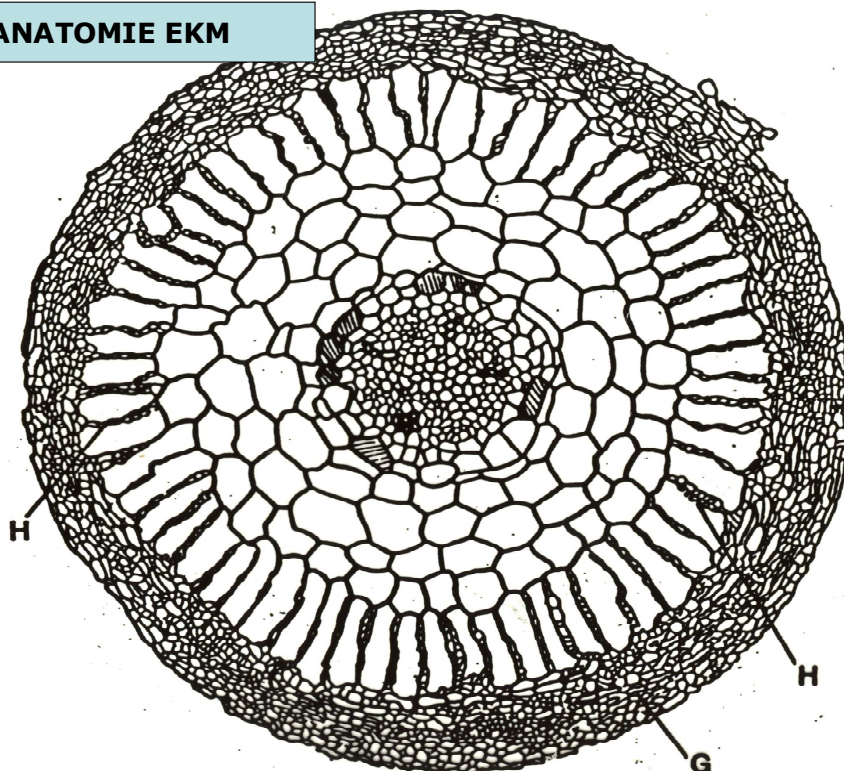


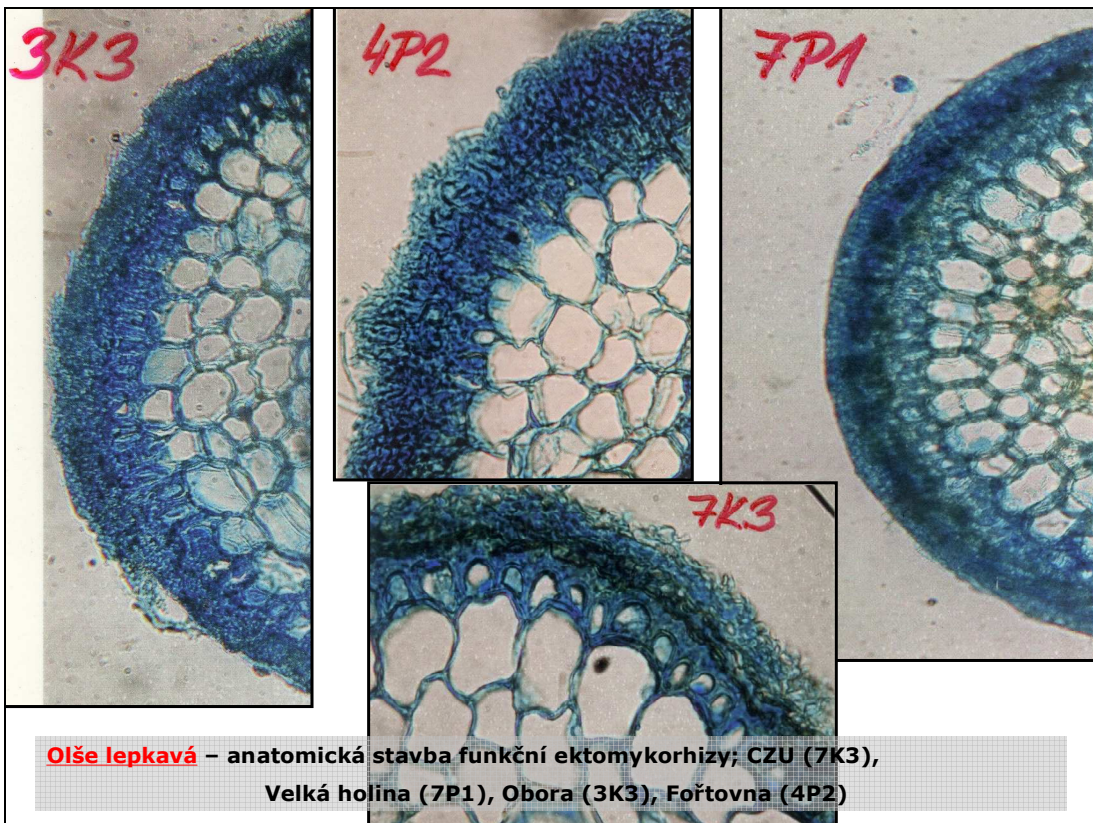
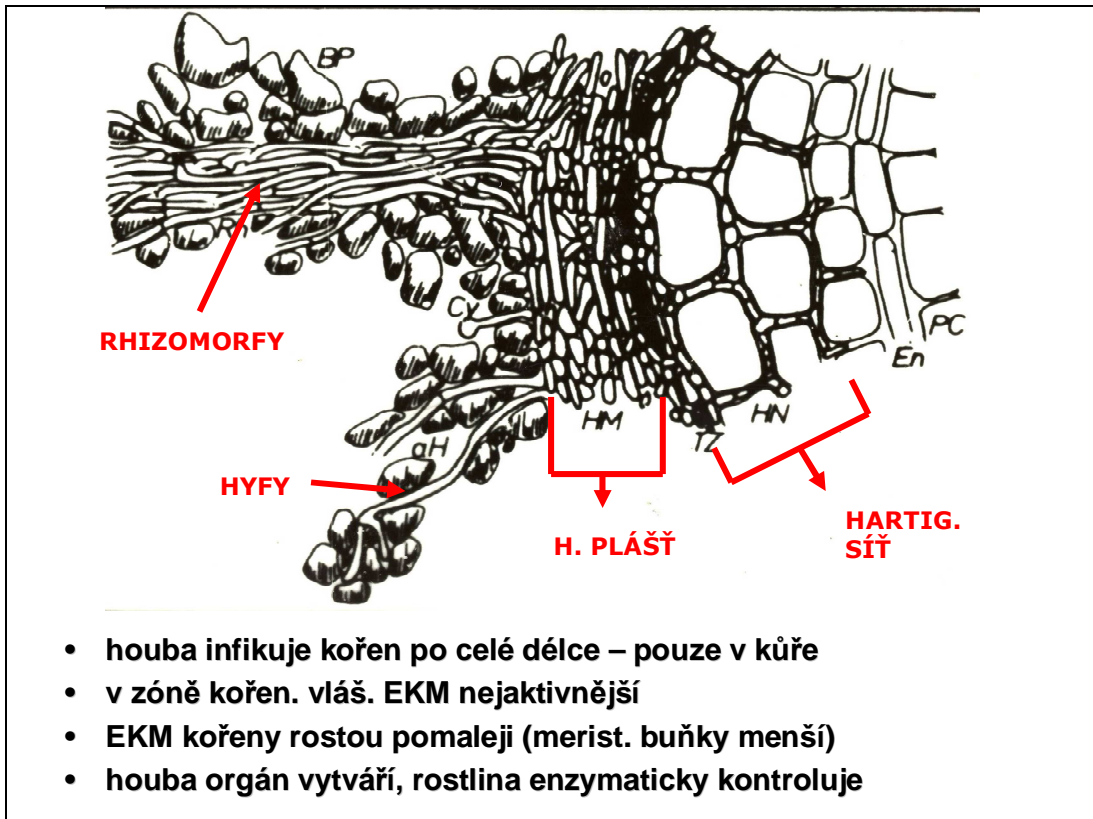


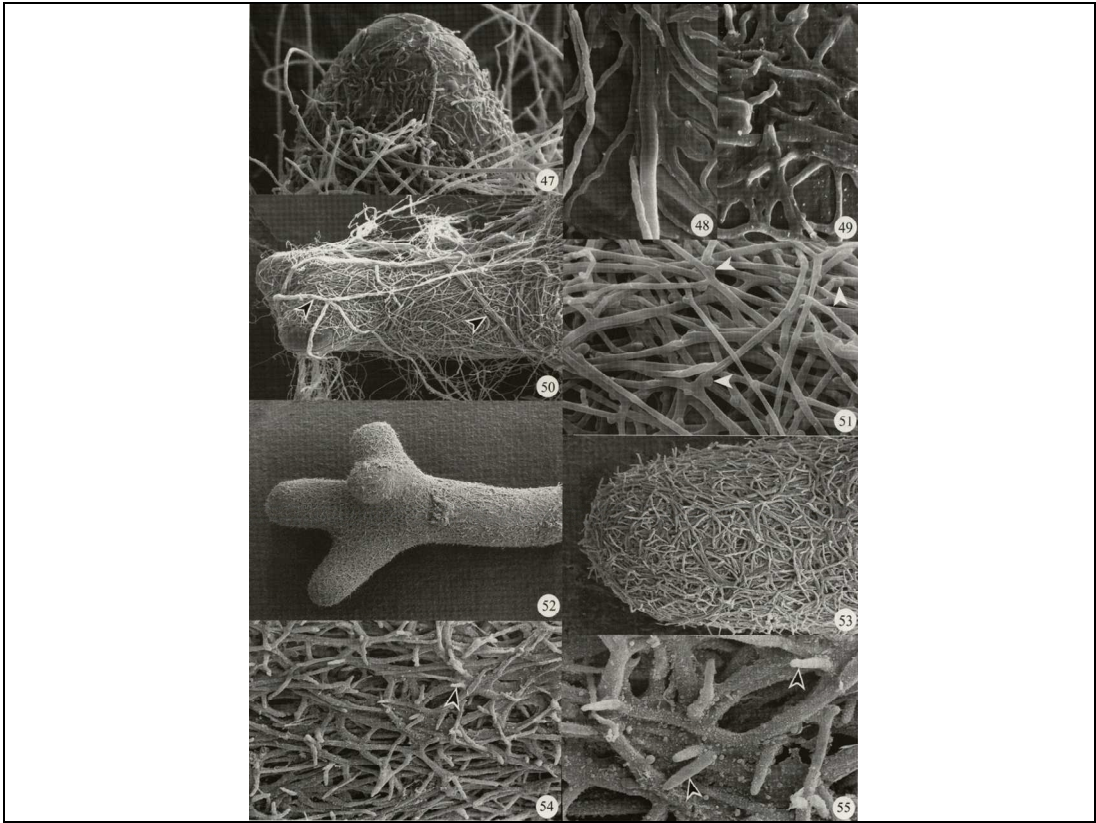
- Barvu ovlivňuje houba
- Není zcela znám podíl větvení a barvy na účinnost MK

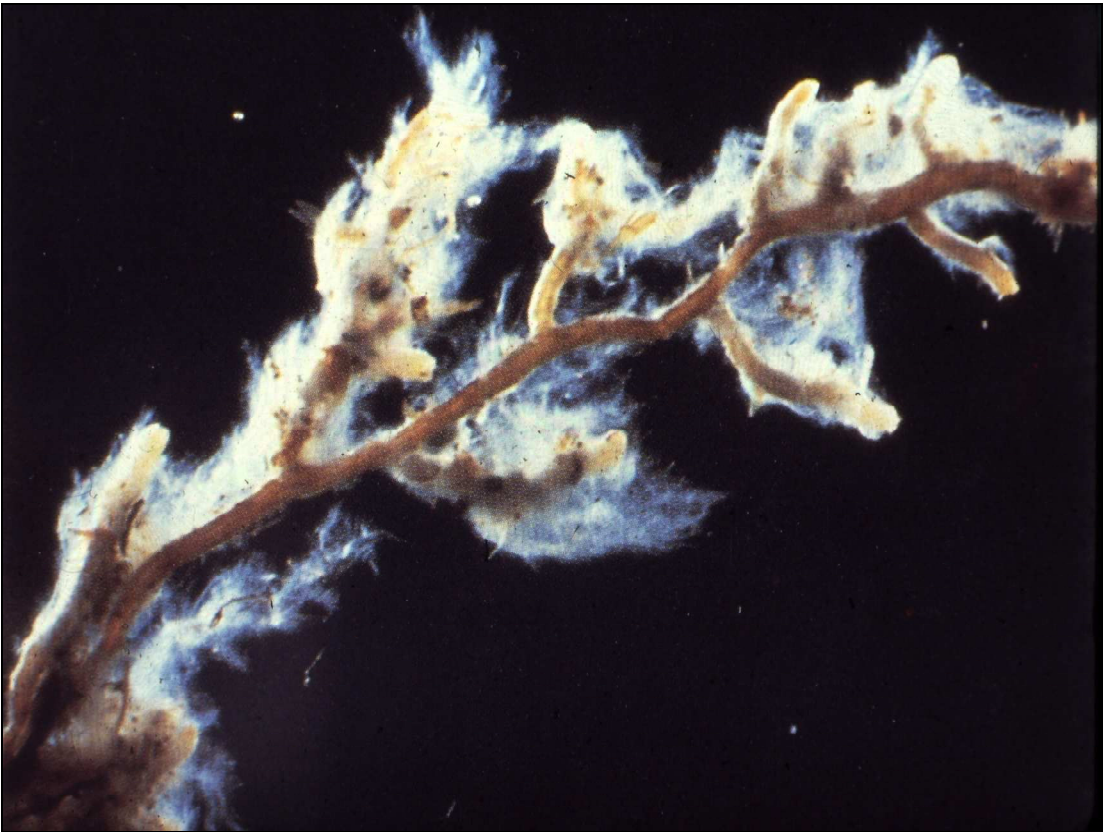


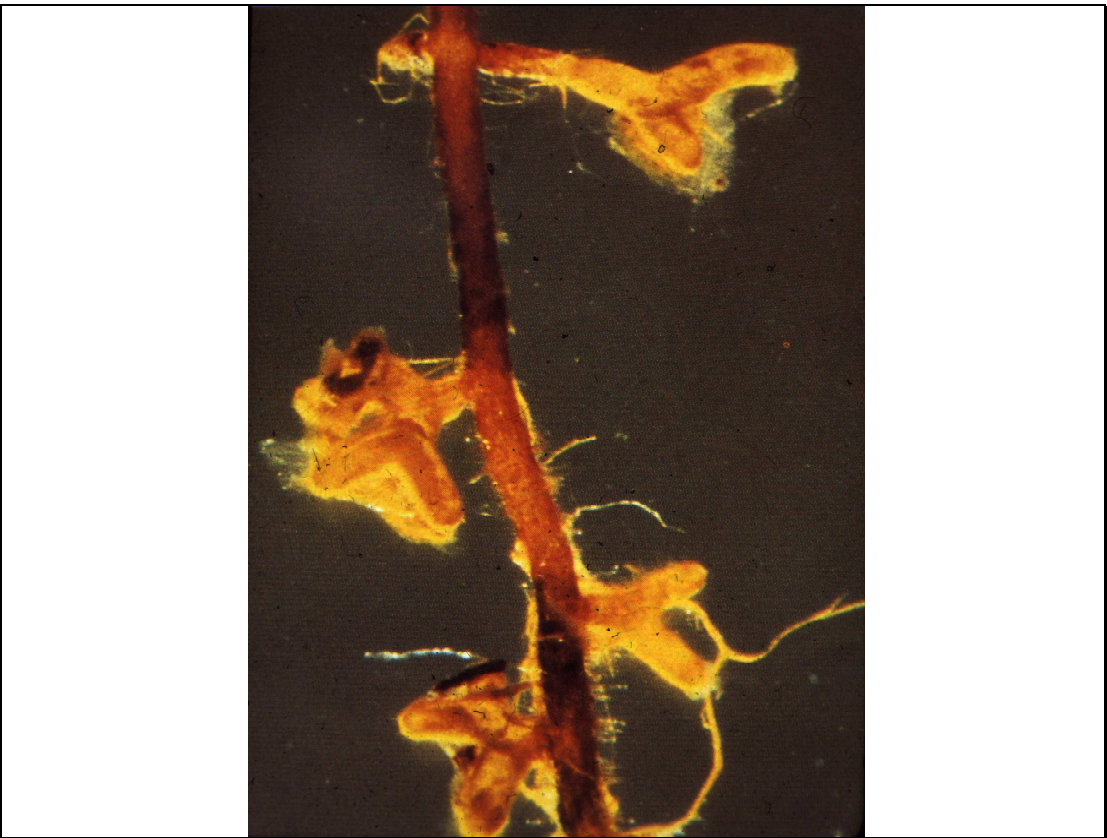
### ANATOMIE EKM







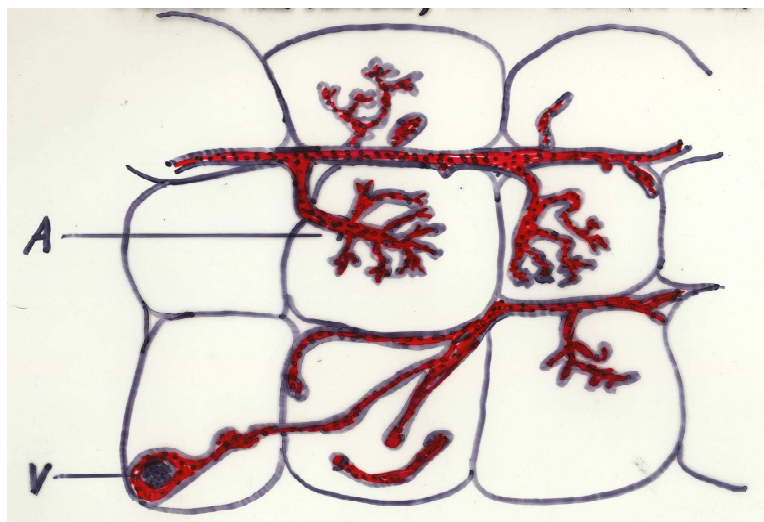




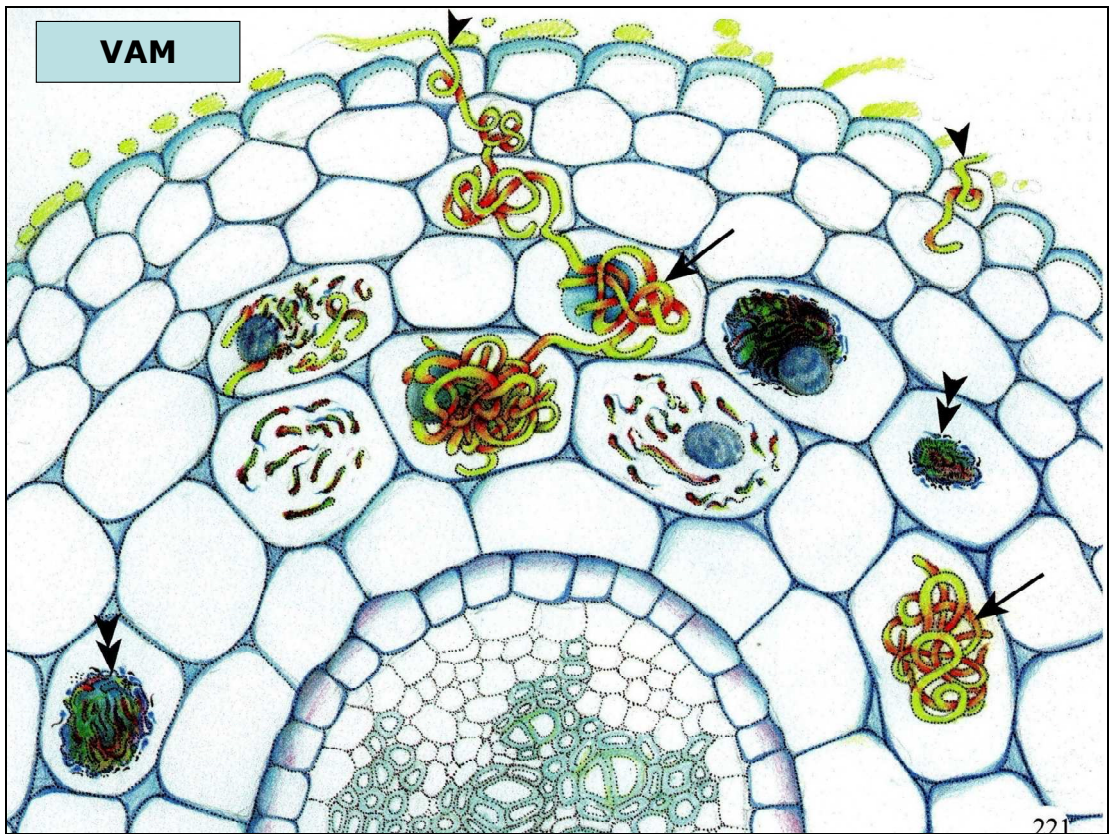
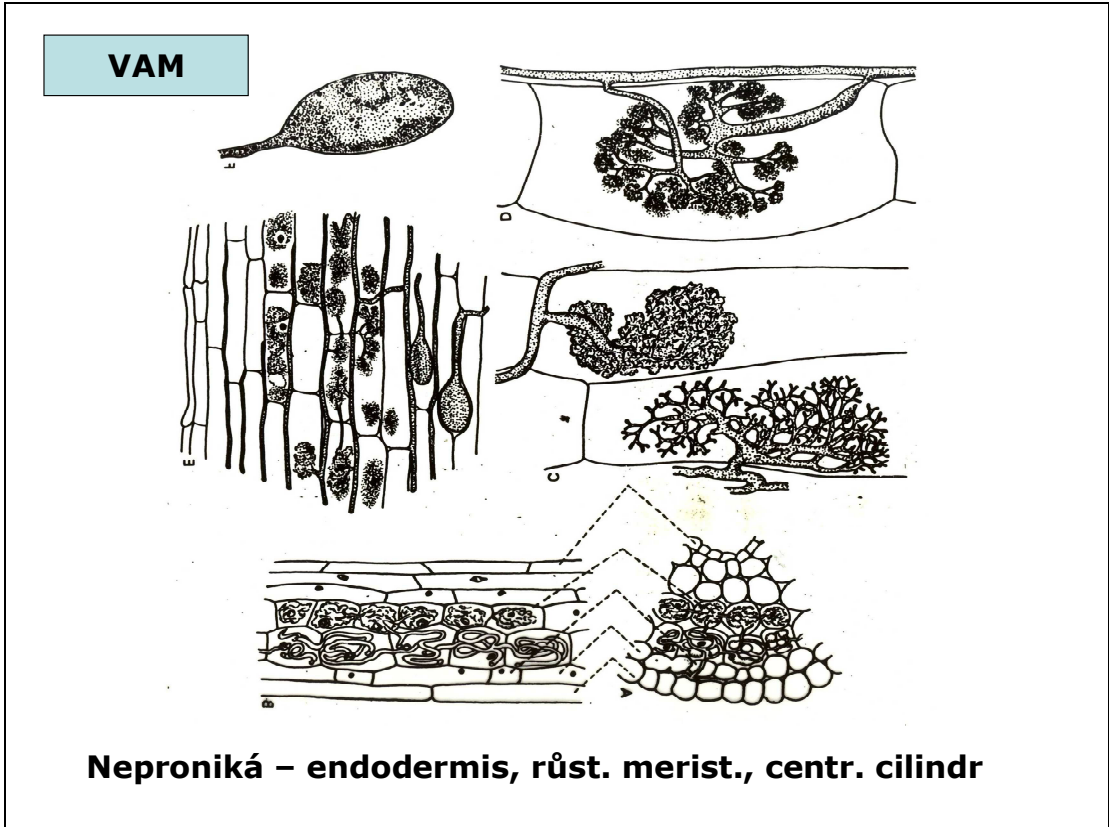


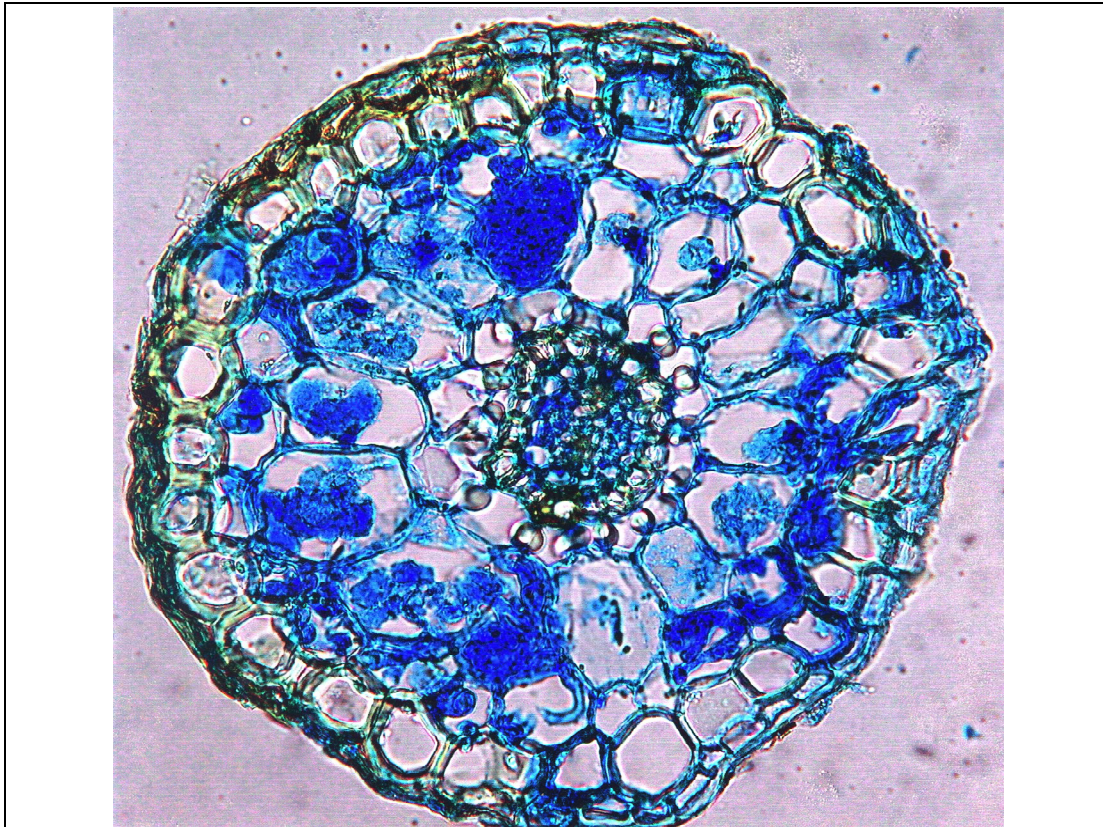


## VESIKULO – ARBUSKULÁRNÍ MYKORHIZA



- **VESIKULE (V) a ARBUSKULE (A)** v parenchymatických buňkách kořenné kůry
- má 250 000 druhů x asi 30 hub
- kořen má vlášení, nemá charakt. tvar





### EKTENDOMYKORHIZA

- vytváří stejnou stavbu jako EKM
- část hyf proniká do buněk
- částečný parazit

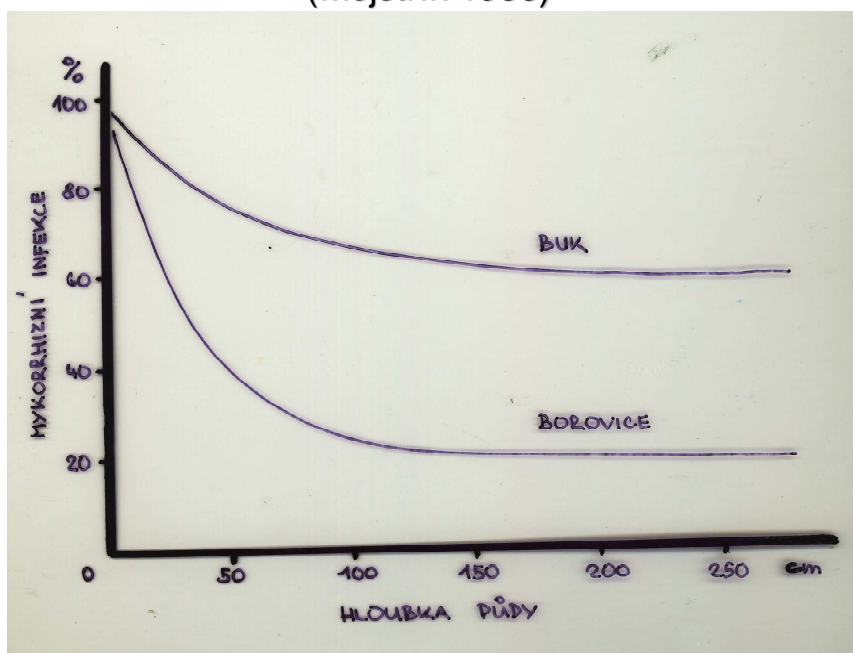
### PSEUDOMYKORHIZA

- vytváří stejnou stavbu jako EKM
- hyfy pronikají do buněk
- parazit

### SUPERFICIÁLNÍ MK

- vytváří stejnou stavbu jako EKM
- pouze hyfový plášť je řídký, vytváří se vlášení
- nejde o parazita

## ZÁVISLOST EKM FREKVENCE NA HLOUBCE KOŘENŮ U BUKU LESNÍHO A BOROVICE LESNÍ (Mejstřík 1988)



## 7 FÁZÍ TVORBY EKM

1. **Selektivní stimulace houby kořen. exudáty; navázání kontaktu houby s kořenem – přes kořenové exudáty**
2. **Tvorba řídkého hyfového pletiva na povrchu kořene**
3. **Pronikání hyf do kořene**
4. **Vytvoření Hartig. sítě**

5. **Vytvoření hyfového pláště**
6. **Funkční EKM**
7. **Odumírání buněk kořenové kůry => houba není zásobena cukry => houba odumírá - houba může pronikat do buněk => parazitizmus**

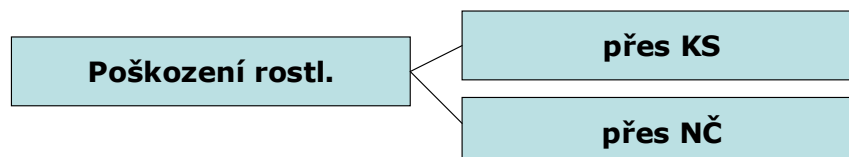
## **PŘEDÁVÁNÍ CUKRŮ HOUBĚ**

- z buněk kořenové špičky
- z buněk epiblemu
- z micogelu (slizovitá vrstva na povrchu kořene)
- při pronikání hyf do kořene
- Hartigova síť odebírá exudáty
- při zániku EKM houba absorbuje buňky kořene
- je obtížné zdroje kvantifikovat
- 10 až 60 % asimilátů jde na růst KS => výživu houby

## HOUBA ZAJIŠŤUJE

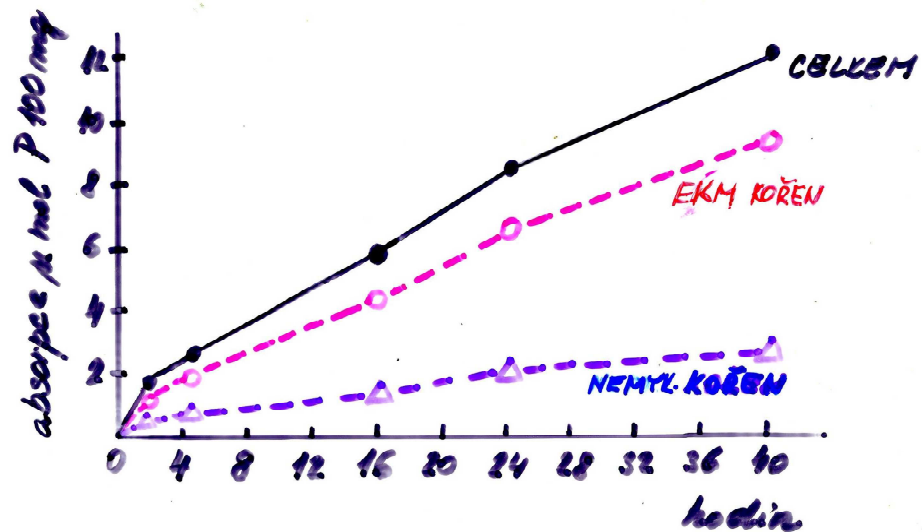
- zvětšený povrch pro příjem živin
- možnost využití většího objemu půdy
- zvýšený příjem živin (obzvláště P)
- selektivní absorpci některých iontů
- lepší využití nízkých koncentrací živin
- využití nedostupných forem živin

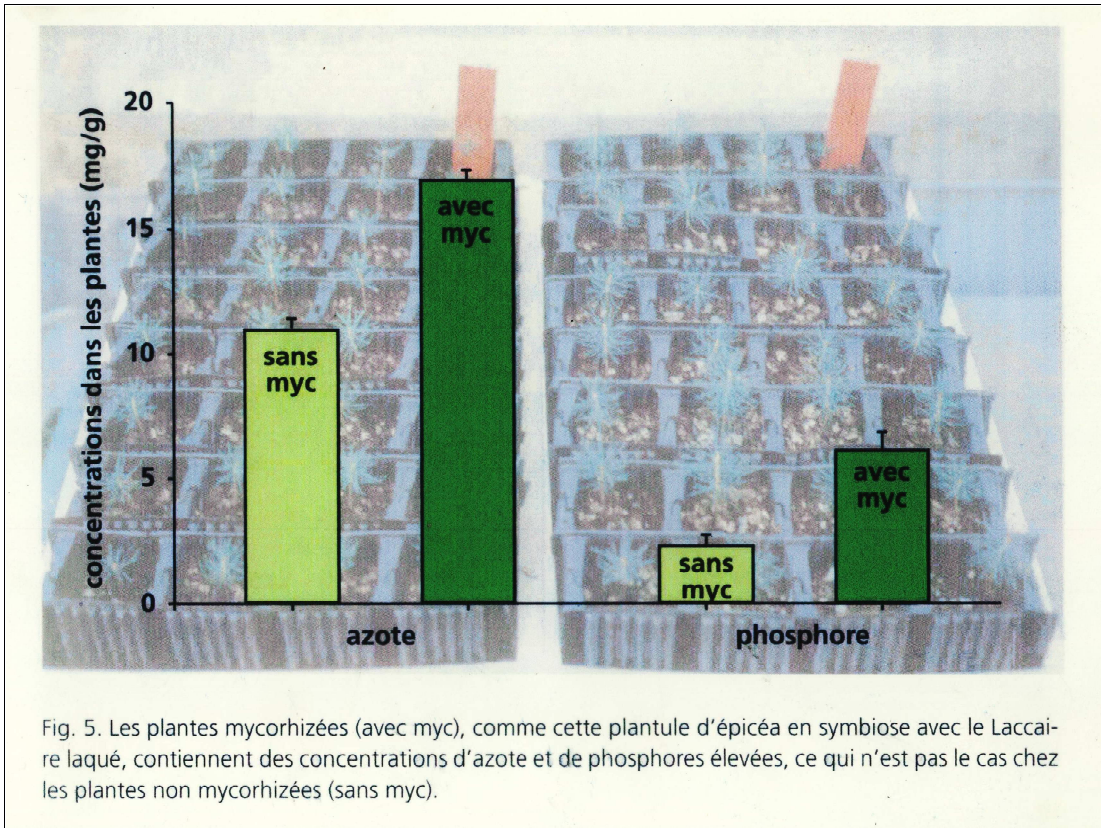
- zásobu živin (v hyfách) a postupné uvolňování
- zvýšenou toleranci vůči toxinům („skladují se“ v hyfách)
- zvýšenou rezistenci proti napadení parazity
- zvýšenou toleranci vůči stresům teplot a sucha





### ABSORPCE FOSFORU ODŘEZANÝMI EKM KOŘÍNKY BUKU LESNÍHO (FAGUS SYLVATICA)







## EKOLOGIE EKM

- pouze 3 % rostlin EKM (100 rodů – několik tisíc EKM hub)
- některé druhy vytváří jak EKM – tak ENM (rody Juniperus, Tilia, Salix)
- obligátně EKM rody – Abies, Pinus, Picea, Larix, Fagus, Quercus, Carpinus
- fakultativně EKM rody – Salix, Betula, Acer, Alnus, Sorbus

- obligátně EKM bez MK
  - na dobrých stanovištích živoří
  - na špatných stanovištích hynou
- fakultativně EKM bez MK
  - na dobrých stanovištích dobře rostou
  - na špatných stanovištích živoří
- EKM ovlivňuje sukcesi – 1. jsou pionýrské dřeviny bez EKM

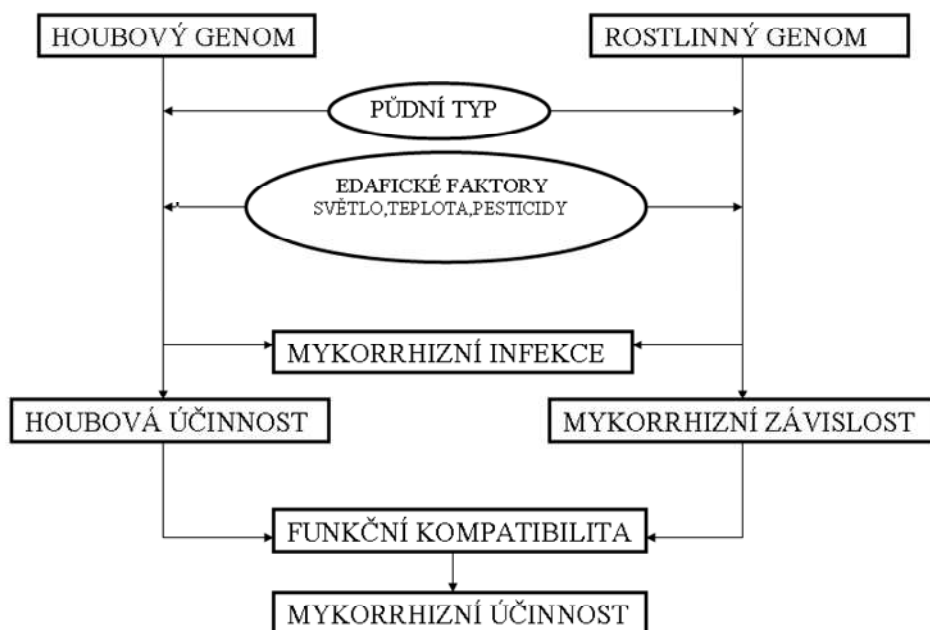
- při výsadbě EKM rostlin do vhodných podmínek:
  - si rostlina ponechává symbionta
  - nebo je po čase osídlena jinou houbou
  - nebo je osídlena několika houbami
- při výsadbě EKM rostlin, kde není vhodný symbiot
  - vhodné prostředí – houba rostlin inokuluje okolí
  - nevhodné prostředí - úhyn

### **KONKURENČNÍ SCHOPNOSTI ROSTLIN V ZÁVISLOSTI NA MYKOTROFII A DOSTUPNOSTI ŽIVIN (JANES 1980)**

Infektivita půdy	Dostupnost živin	
	nízká	vysoká
nízká	nemykorhizní druhy	fakultativně mykorhizní druhy
vysoká	obligátně mykorhizní druhy	

Na původních stanovištích málo hub, po antropogen. zásahu více.

## INTERAKCE FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH ÚČINNOST MYK. SYMBIÓZY



## RŮZNÉ ZPŮSOBY HOSPODAŘENÍ A EKM

1. malá změna v druhové skladbě původních porostů => žádný vliv na EKM
2. preference ekonomicky významných dřevin, ale původních => žádný vliv na EKM

3. vysazování dřevin, které nejsou na stanovišti původní

- a) dřevina si najde vhodného symbionta => dobře
- b) dřevina si najde vhodného symbionta, ale ten je málo funkční => vznik pseudomykorrhiz
- c) část nebo celý koř. systém bez MK => živoření, úhyn

4. introdukce

- totéž co v bodě 3, ale ad b a c pravděpodobnější

## ROZVOJ MK INFEKCE V ZÁVISLOSTI NA ACIDITĚ

<u>pH</u>	<u>MK INFEKCE (%)</u>
5,5	100 = 100%
4,0	157
3,0	85
2,5	47

## VLIV ACIDIFIKACE NA VÝVOJ JEMNÝCH KOŘENŮ

( odběry – KRUŠNÉ HORY, pásmo ohrožení A, kontrola nepoškoz.

porosty v téže oblasti)

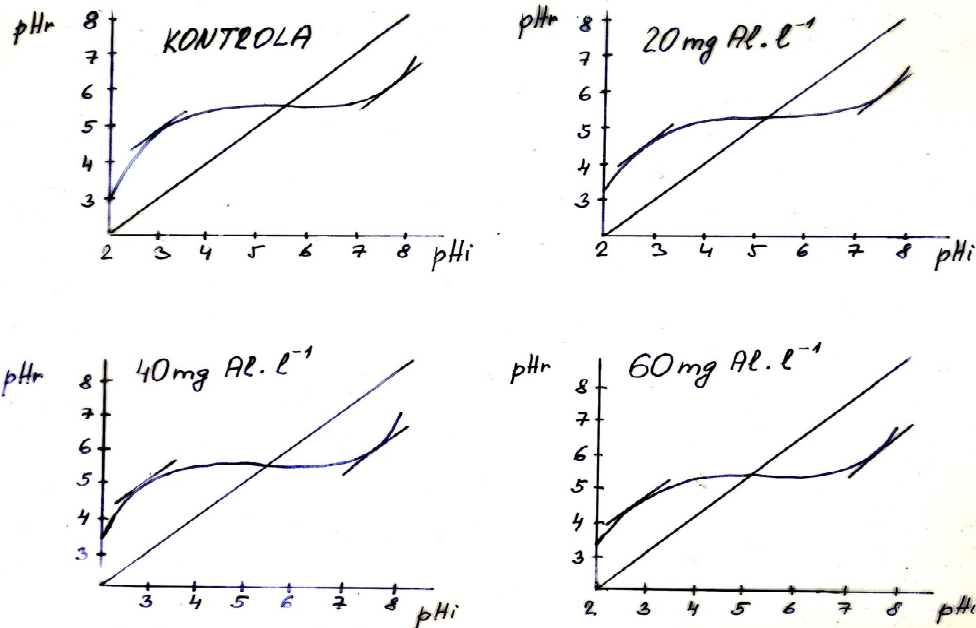
	POČET ANALÝZ		
	Celkem	z toho	
		průkazný pokles	průkazný nárůst
<b>Biomasa</b>			
0 – 10 cm	35	35	0
10 – 20 cm	35	8	18
0 – 20 cm	35	35	0
<b>Počet kořen. špiček</b>			
0 – 10 cm	21	21	0
10 – 20 cm	21	6	9
0 – 20 cm	21	19	1

## REAKCE MYKORRHIZ NA POSTUPNÉ OKYSELOVÁNÍ PŮD

1. Houba i hostitel jsou tolerantní - dřevina může růst
2. Houba je inhibována – klesá frekvence mykorrhiz, hostitel ale může ještě žít, ale je citlivější na stresy (živiny, sucho, patogeny)
3. Je snížena vitalita dřevin. Koř. systém vykazuje patologické odchylky. MK je nyní překážkou pro výživu, ale houbový plášť chrání.
4. Oba partneři trpí → růst dřeviny je nemožný

– některé druhy EKM hub mohou pH aktivně upravovat

**REGULAČNÍ KŘIVKY – SCHOPNOST KOŘENŮ UPRAVOVAT  
pH PROSTŘEDÍ (SM, 30 MINUTOVÁ EXPOZICE, 5 ROSTLIN  
V 5 ml ROZTOKU)**



**AKTIVNÍ ÚPRAVA ACIDITY PŮDY  
ROSTLINAMI**

(výsadba do půdy s pH 4,2 H<sub>2</sub>O, vyhodnoceno po 12  
měsících)

<b>B. verrucosa</b>	<b>=&gt; 4,3</b>
<b>B. ermanii</b>	<b>=&gt; 4,7</b>
<b>L. decidua</b>	<b>=&gt; 4,4</b>
<b>L. kamtschatica</b>	<b>=&gt; 4,6</b>

**VLIV TĚŽKÝCH KOVŮ NA VÝVOJ  
MYKORRH. SM (SM 1+ 0)**

<u>Varianta</u>	<u>% mykorrh. zakončení</u>
Zinek	14
Měď	88
Kontrola	89

**VLIV APLIKACE VELPARU NA VÝVOJ  
MYKORRH. (po výsadbě)**

<u>Varianta</u>	<u>% mykorrh. zakončení</u>
Kontrola - BO	94
Velpar - BO	86
Kontrola - SM	88
Velpar - SM	53

## VLIV ZVÝŠENÝCH DEPOZIC DUSÍKU A SUCHA NA VÝVOJ EKM SM (po výsadbě)

Varianta	EKM (v % kontroly)	Funkčnost kořenů + (v % kontroly)
Dusík ++	81	44
Sucho +++	87	49
Kontrola	100	100

- + - zjišťováno pomocí radioakt. fosforu  
 ++ - každoročně hnojeno v dávce 100 kg čistého N. ha<sup>-1</sup>  
 +++ - eliminováno 60% atmosfer. srážek

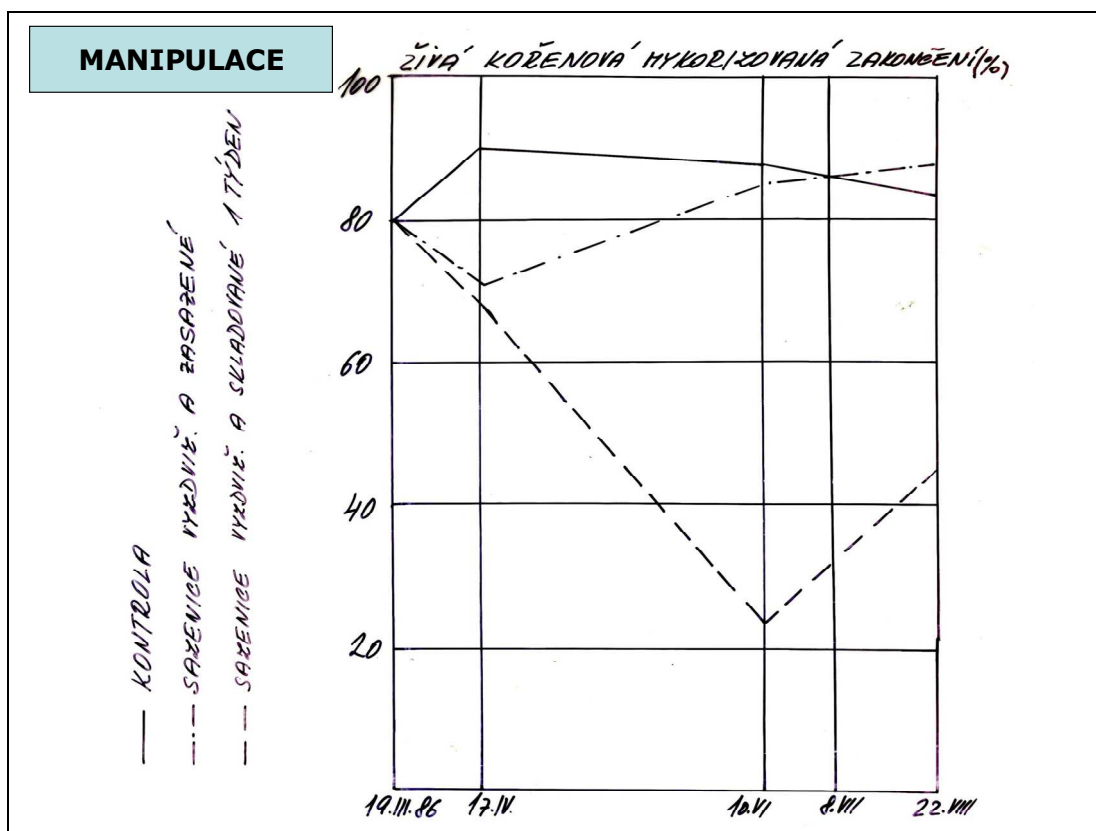
## HYDROPONIE – MYKORRHIZA

	% MK	
	f1 + 0	f1 + 2
<b>SM</b>	<b>3</b>	<b>94</b>
<b>BK</b>	<b>0</b>	<b>88</b>



## JEDNOLETÝ SM – MYKORRHIZA

<u>Způsob pěstování</u>	<u>% MK</u>
Propařovaná rašelina	6
Desinfikovaná rašelina	52
Min. půda	97



# UMĚLÁ MYKORHIZACE

## Využití

- introdukce dřevin
- zalesňování nelesních půd
- zalesňování antropog. půd
- pěstování sad. mat. ve velkoškolkách
- zakládání nových školek na neles. půdách
- zalesňování devastovaných území

## Způsoby EKM inokulace

1. Očkování půd školek půdou z porostu  
→ MK sad. materiálu
2. Pomocí EKM sazenic  
→ MK holin (půdy)
3. Použití čistých kultur pro inokulaci školek nebo holin  
→ MK půdy
4. Inokulace peletizovaných semen  
→ MK sad. materiálu

## **Mykorh. sad. materiál**

- lépe se přizpůsobuje
- menší šok z přesazení
- pozitivní vliv trvá min. 3 roky

### PROJEKT UMĚLÉ MYKORRHIZACE

#### 1) PRŮZKUM MYKORRHIZNÍCH POMĚRŮ

- výskyt plodnic EKM hub
- přirozená mykorrhizní aktivita
- biomasa krátkých kořínků

#### 2) VÝBĚR VHODNÝCH MYKOSYMBIONTŮ

- schopnost převedení do čisté kultury a další kultivace
- efektivnost pro dřevinu
- tvorba funkčních mykorrhiz
- rezistence vůči stresovým faktorům
- konkurenční schopnost

#### 3) UMĚLÁ INOKULACE

- technologie přípravy inokulace
- testování inokulace
- inokulace sad. materiálu
- ověřování výsadeb v kulturách



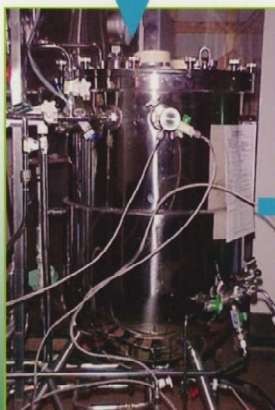
VITÁLNĚJŠÍ SADEBNÍ MATERIÁL

## INOKULACE HRABANKOU



## Výroba inokula hub v tekutých médiích Erikoidní mykorrhiza a Ektomykorrhiza

Výroba ve fermentoru



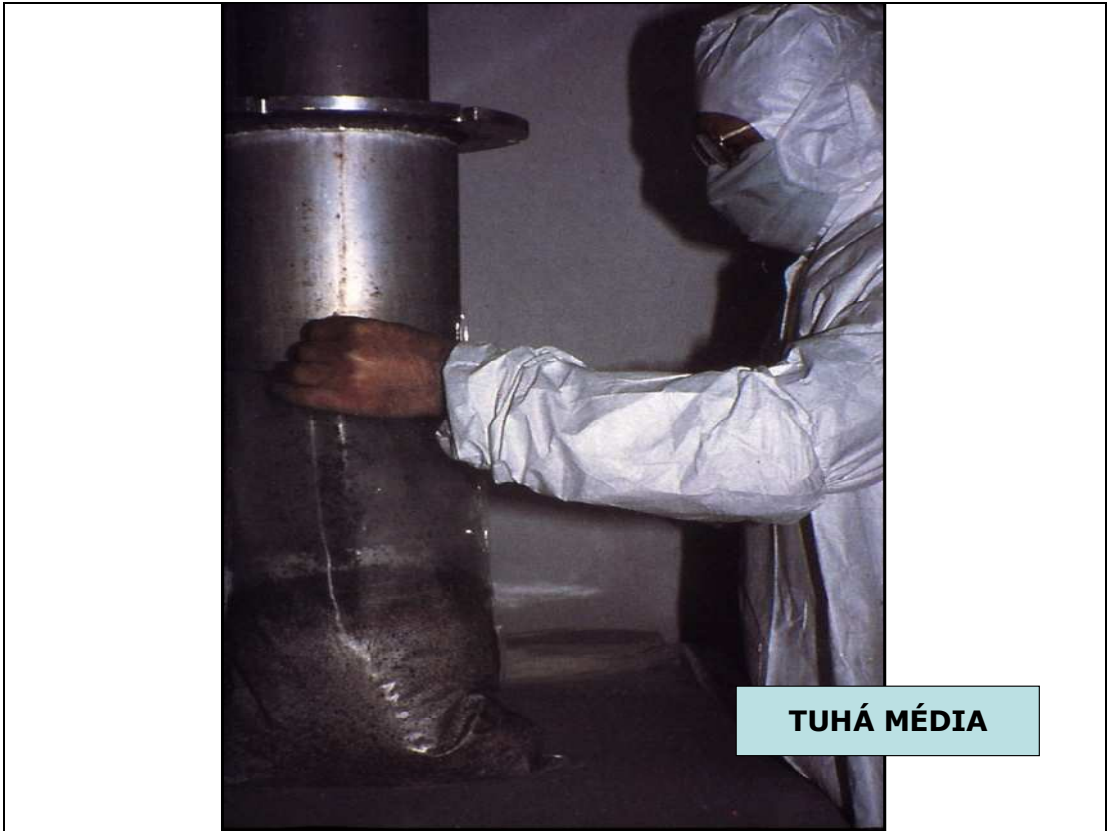
Poslední krok inkubace a  
skladování inokula



Sterilní  
balení pro  
expedici

Sterilní plnění inokula  
do PE sáčku







## Aplikace namáčením do gelové formy



Strojová  
aplikace při  
kontejnerové  
výrobě lesních  
dřevin.

## Možnosti injektáže preparátů při ošetření rostoucích dřevin, Plantworks Ltd., UK

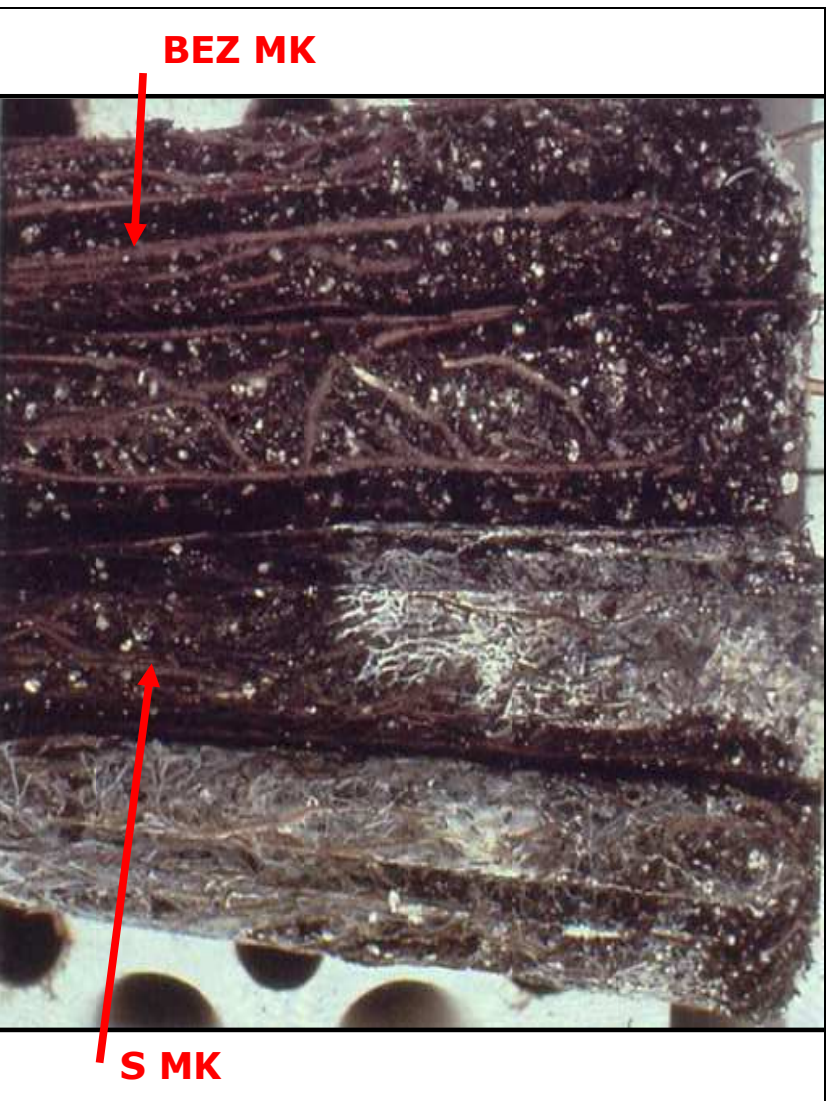


Foto: Zhotovil Dr. John C. Dodd, UK

Credit: Plantworks







**ZTRÁTY A VÝVIN KŮŘEN. SYSTÉMU BOROVICE PO VÝSADBĚ NA ANTROP. OVLIVNĚNÁ STANOVISŤTĚ (SZABLA 2004)**

Stanoviště	Typ sadeb. materiálu	Ztráty (%)	Biomasa koř. syst. (v %)	% mykorrhiz 100 % - 2+0	% % ekstendomycorrhiz
Zeměd. půda	fk1-myk.	5	144	322	0
	fk1 2+0	17	100	255	0
Požářiště	fk1-myk.	36	100	100	15
	fk1 2+0	11	164	248	0
Rekultivace pískovny	fk1 2+0	47	147	225	0
	fk1-myk. 2+0	61	100	100	34
Rekultivace haldy	fk1-myk. 2+0	17	140	143	0
	fk1 2+0	36	115	123	0
Rekultivace haldy	fk1-myk. 2+0	47	100	100	8
	fk1-myk. 2+0	19	244	158	0
	fk1 2+0	31	126	147	0
	fk1 2+0	72	100	100	42

## PROBLEMATIKA ZAJIŠTĚNÍ VHODNÉHO INOKULA

### 1. MOŽNOST – *nákup inokula od specializovaných firem*

- ve světě celá řada firem vyrábí inokula- v SRN 11 firem (TRITON, MYCOTEC), FRANCIE (BIORIZET, ROBIN), USA (MYCOTEC)
- obdobné firmy i v ČR (SYMBIO – M)
- klady
  - inokulum získané ihned

#### – nevýhody

- inokula jsou vyvinuta pro určité dřeviny a stanoviště => nemusí být vůbec účinná
- do inokula přidávají další látky – startovací hnojení => po inokulaci vždy pozitivní vliv na růst, ale nemusí být mykorhizní

## 2. **MOŽNOST** – *testování a výroba inokula pro konkrétní podmínky*

- nutnost spolupráce se speciál. pracovištěm
- nevýhody
  - delší doba testování, větší finanční náklady
- výhoda
  - inokulum je účinné

**VÝHODNĚJŠÍ JE INOKULACE KRYTOKOŘ. SAD. MATERIÁLU VE ŠKOLCE NEŽ INOKULACE PROSTOKOŘ. SAD. MATERIÁLU PŘI VÝSADBĚ**

## **PROBLÉMY VÝBĚRU MYKORHIZNÍ HOUBY**

- neexistuje univerzální houba pro všechny dřeviny a stanoviště
- mnohé dřeviny vytváří EKM s relativně velkým počtem hub, ale efektivnost je rozdílná
- BO
  - na písčích jiný druh
  - ve vyšších polohách jiný druh
- některé dřeviny pouze s jednou houbou MD – *SUILLUS GREVILLEI*

- i naprosto rozdílná funkce houby u jednotl. mykorhiz (mykor., saprof., parazit.)
- v ČR několik stovek hub
  - asi 20 druhů pozitivně mykorhizních
  - nejvíce ze skupiny *BASIDIOMYCETES*
- pro ČR zatím nejvhodnější
  - KLOUZEK OBECNÝ (*SUILLUS LUTES*) pro BO
  - LAKOVKA LAKOVÁ (*LACCARIA LACCATA*) pro SM



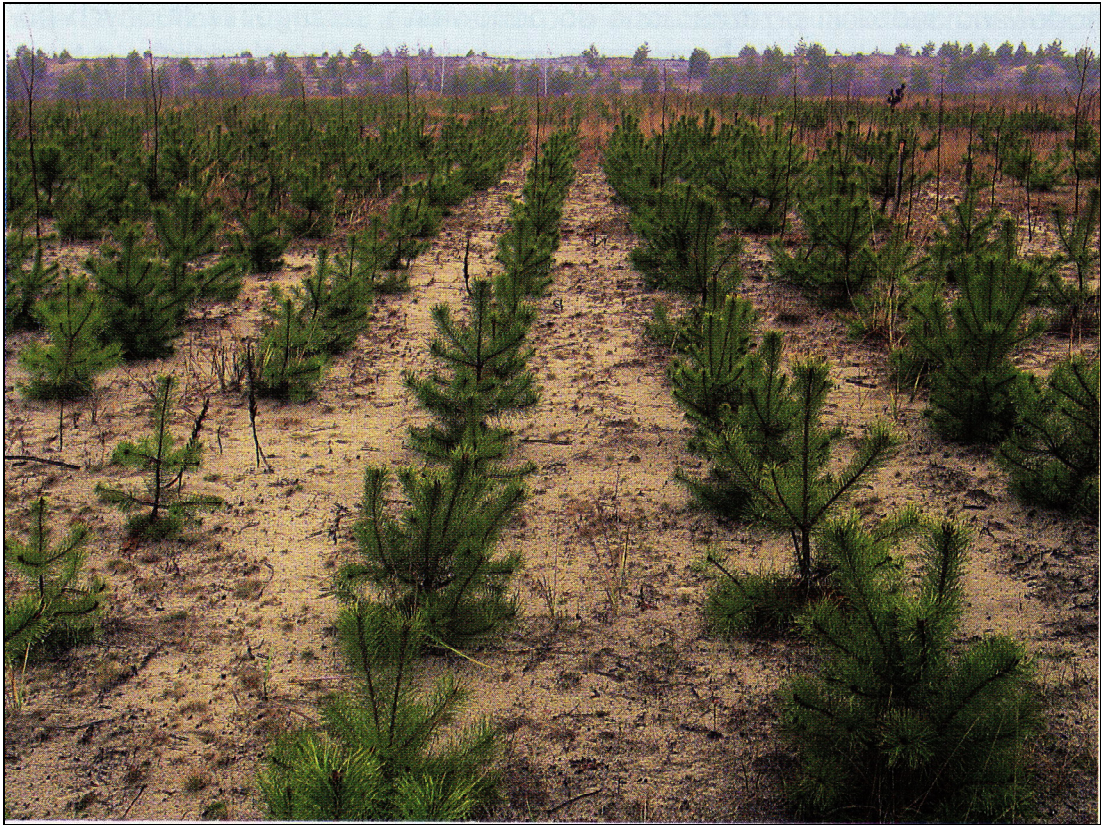
15 V mladých porostech (zde smrková školka) často nacházíme ektomykorhizní houbu *Laccaria laccata* (lakovka obecná). Je považována za pionýrský druh, a proto je často využívána při očkování dřevin vysazovaných v nezalesněných plochách.



17 *Suillus grevillei* (klouzek sličný čili modřínový) je příkladem houby, kterou nalezneme pouze pod modříný. Jiné hostitele nekolonizuje.







Porovnání průměrných nákladů (v PLN) na založení a následnou péči do doby zajištění na 1 ha borové kultury při použití krytokořenného sadebního materiálu inokulovaného mykorrhizou a bez inokulace, v porovnání se sadebním materiálem prostokořenným (bez nákladů na oplocení)

Skladba nákladů	Prostokořenné semenáčky 2+0			Krytokořenné semenáčky bez inokulace fk 1+0			Krytokořenné semenáčky s inokulací fk 1M+0		
	množství	jednotk. náklady	celkové náklady	množství	jednotk. náklady	celkové náklady	množství	jednotk. náklady	celkové náklady
1. Semenáčky (ks)	10000	0,10	1000,00	8000	0,32	2560,00	8000	0,35*	2800,00
2. Výsadba (práce - normohodiny)	300	6,80	2040,00	168	6,80	1142,00	168	6,80	1142,00
3. Vylepšování	30 %			10%			0 %		
• příprava půdy (normohodiny)	63	6,80	428,00	17	6,80	115,00	0	0	0
• semenáčky (ks)	3000	0,10	300,00	800	0,32	256,00	0	0	0
• výsadba (práce - normohodiny)	90	6,80	612,00	17	6,80	115,00	0	0	0
4. Péče o kultury	4 výhony 280	6,80	1904,00	2 výhony 140	6,80	952,00	2 výhony 140	6,80	952,00
5. Ochrana proti zvěři									
• chem. přípravek (kg)	60	3,50	210,00	22	3,50	77,00	22	3,50	77,00
• práce - (normohodiny)	30	6,80	204,00	5	6,80	34,00	5	6,80	34,00
<b>Celkem</b>			<b>6698,00</b>			<b>5251,00</b>			<b>5005,00</b>

\* - včetně nákladů na mykorrhizaci jedné rostliny

*Odrůstání inokulovaných a neinokulovaných sazenic smrku ztepilého 2 + k1 a buku lesního 1 + k1 na různých stanovištích 3 roky po výsadbě (nadmořská výška stanovišť 540 až 710 m, inokulované i neinokulované rostliny měly v době sadby shodnou výšku nadzemní části a po výsadbě byly stejným způsobem ošetřovány, Kontrola - 100 % - na každém stanovišti neinokulovaný sadební materiál)*

Stanoviště	Dřevina	Inokulace	Ztráty (v %)	Výška nadzemní části (v % Kontroly)
lesní půda, SLT 5K, pH/H <sub>2</sub> O 4,4	Smrk	Ne	5	100
	Smrk	Ano	4	147
	Buk	Ne	7	100
	Buk	Ano	7	152
orná zemědělská půda, pH/H <sub>2</sub> O 7,6	Smrk	Ne	81	100
	Smrk	Ano	56	141
	Buk	Ne	37	100
	Buk	Ano	21	180

*Odrůstání inokulovaných a neinokulovaných sazenic smrku ztepilého 2 + k1 a buku lesního 1 + k1 na různých stanovištích 3 roky po výsadbě (nadmořská výška stanovišť 540 až 710 m, inokulované i neinokulované rostliny měly v době sadby shodnou výšku nadzemní části a po výsadbě byly stejným způsobem ošetřovány, Kontrola - 100 % - na každém stanovišti neinokulovaný sadební materiál)*

Stanoviště	Dřevina	Inokulace	Ztráty (v %)	Výška nadzemní části (v % Kontroly)
podzemní požářiště, SLT 4S, pH/H <sub>2</sub> O 5,2	Smrk	Ne	71	100
	Smrk	Ano	28	220
	Buk	Ne	23	100
	Buk	Ano	11	138
antropogenní půda, pH/H <sub>2</sub> O 3,8	Smrk	Ne	42	100
	Smrk	Ano	12	183
	Buk	Ne	63	100
	Buk	Ano	21	145



*Odrůstání inokulovaných a neinokulovaných při výsadbě různým způsobem ošetřených sazenic smrku ztepilého 2+1 3 roky po výsadbě (inokulované i neinokulované rostliny měly v době výsadby shodnou výšku nadzemní části - jde o 2+k1 po odstranění kořenového balu, po výsadbě byly ošetřovány stejným způsobem, stanoviště 7M3, pásmo ohrožení B, Kontrola - 100 % - inokulovaný sadební materiál)*

Počet mykorh. zakončení v době výsadby (v % Kontroly)	Sadební materiál a způsob jeho ošetření při výsadbě	3 roky po výsadbě		
		Ztráty (%)	Výška nadz. části (v % Kontroly)	Počet mykorh. zakončení (v % Kontroly)
100	<b>INOKULOVANÝ</b> - bez další úpravy	12	100	100
63	<b>NEINOKULOVANÝ</b> - bez další úpravy	37	71	53
	- na kořen. systém hydrogel	14	80	nezjišť.
	- užito startovací hnojení	29	93	nezjišť.
	- na kořen. systém hydrogel + užito startovací hnojení	17	107	68
	- přidána hrabanka	18	94	85
	- na kořen. systém hydrogel + užito startovací hnojení + přidána hrabanka	10	115	103

## POČET DRUHŮ EKM HUB V IMISNÍCH OBLASTECH KRUŠNÝCH HOR (Kropáček 1989) / Výskyt v průběhu 4 let /

PÁSMO OHROŽENÍ	VÝSKYT EKM HUB			
	1	2	3	Σ
A	-	1	3	4
B	-	6	6	12
C	1	5	9	15

- 1.....druh mykorrhizní pouze se smrkem
- 2.....druh mykorrhizní i s jinými jehličnany
- 3.....druh mykorrhizní i s listnáči

## ZASTOUPENÍ TYPŮ MYKORRHIZ U SMRKU ZTEPILÉHO V IMISNÍCH OBLASTECH KRUŠNÝCH HOR (KROPÁČEK 1989)

PÁSMO OHROŽENÍ	% ZASTOUPENÍ TYPŮ MYKORRHIZ				
	A	B	C	D	E
A	41	0	0	12	47
B	37	14	0	11	38
C	21	6	21	0	52

- A světle hnědé nevětvené
- B černé
- C oranžové korálovité
- D ektendo a pseudomykorhizy
- E tmavě hnědé dichotonicky větvené

- výborné  
- výborné  
- nevyhovující

## PÁSMA OHROŽENÍ DLE ÚSTUPU EKM HUB

### 1.PÁSMO

- snížená fruktifikace
- ještě možno zachovat běžné lesn. postupy

### 2.PÁSMO

- snížení druhové pestrosti EKM hub

### 3.PÁSMO

- destrukce mykorrhiz. poměrů (pseudomykorhizy)

### **Opatření ve 2. a 3. pásmu:**

- umělá inokulace holin
- výsadba mykorrhiz. sadeb. materiálu
- podsadby mykorrhiz. sadeb. materiálem
- opatření na prospěch MK - pozor na vápnění!!

(MK ustupuje na podmáčených stanovištích a po požárech)

Lze usuzovat o vývoji lesa v 5letém předstihu

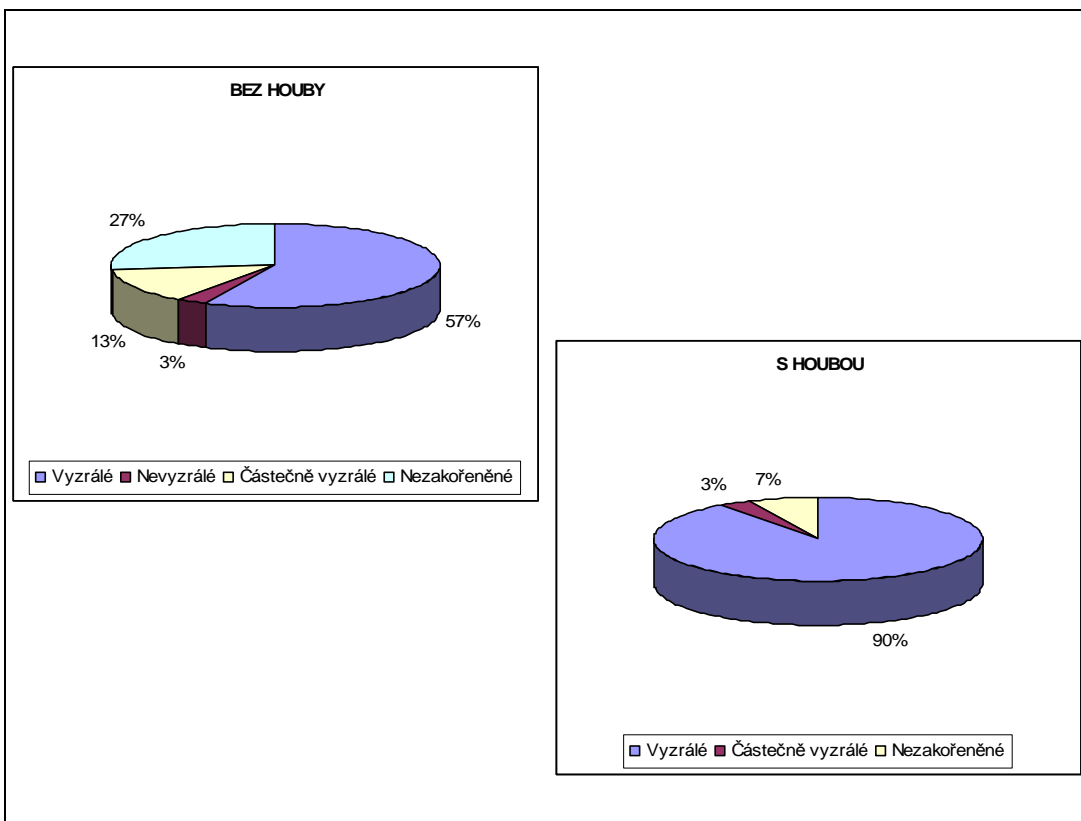
## **INOKULACE ŘÍZKŮ SM**

### **Vyzrálé kořeny**

- hnědé po celé délce (s výjimkou špičky) částečně vyzrálé kořeny
- hnědé do 2/3 délky

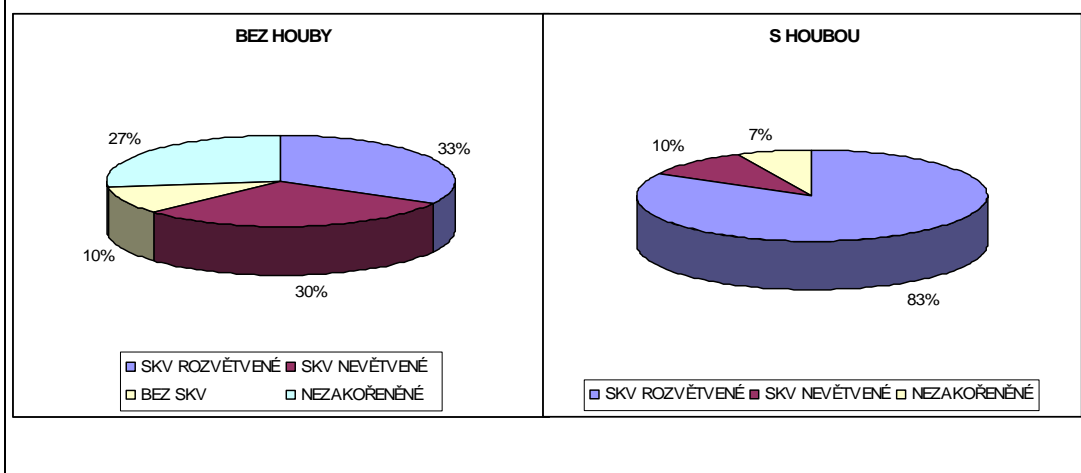
### **Nevyzrálé kořeny**

- hnědé max. do 1/3 délky



## INOKULACE ŘÍZKŮ SM

SKV – kořeny vykazují charakteristickou mykorrhizní architekturu



## **DOPORUČENÁ LITERATURA**

- MEJSTŘÍK, V.: MYKORRHIZNÍ SYMBIÓZY. Studie ČSAV, č. 7, 1988, 150 s.
- Práce – Mejstřík, Cudlín, Fellner, Mauer, Kuděla, Kropáček
- GRYNDLER a kol.: MYKORRHIZNÍ SYMBIÓZA. Academia, 2004, 366 s.

## **Rozmnožování okrasných dřevin**

---

způsoby: **generativní** (semenem) – přirozený způsob množení, potomstvo většinou otužilejší, přizpůsobivější tvrdým podmínkám, většinou bujného vzrůstu. Vlastnosti rozhodujícím způsobem ovlivňují genetické vlastnosti výchozího materiálu. Potomstvo více či méně nejednotné.

**vegetativní přímé** ( řízkování, hřížení, dělení + odkopky apod.)

**nepřímé** ( štěpování = očkování, roubování )

! vzájemné ovlivnění podnože a štěpu !

Vegetativně množeny rostlinný materiál je důležitý především pro masové výsadby, kde je nezbytná vyrovnanost a veškeré množení kultivarů.

### **Množení generativní – výsevem semen :**

---

---

**sběr semen** - fyziologická zralost ( ukončen vývoj embrya )  
- plná zralost ( nastává klíční klid )

plody dužnaté : Hippophaë – pichlavé ( větvičky ostříhat, nechat zmrznout )  
Berberis, Crataegus, Cotoneaster, Rosa, Elaeagnus, Cornus atd.

suché : Acer, Hamamelis, Amorpha, Laburnum, Gleditsia, Koelreuteria,  
Catalpa, Caragana atd.

**posklizňová úprava** – sušení, luštění, odkřídlení, kvašení, promývání, stratifikace ( perlit, písek, rašelina + ochrana před požerem )

**výsev na záhony** - záhon 140 cm ( řádky á 20 cm, 40 cm chodník )

- závlaha, stínování, ochrana před požerem.

**vyzvedávání semenáčů** – podorání záhonovým pluhem, třídění, podzimní

školkování nebo přezimování v chladárně +1°C.

**školkování** - strojem nebo ručně ( hlavně stromy )

## **10. Množení vegetativní**

---

**dělení** - pro malou výtěžnost se nepoužívá

**hřížení** – pouze u vzácných dřevin jinými způsoby obtížně množitelných  
(Magnolia).

Dnes se produkčně nepoužívá.

**řízkování** – nejpoužívanější způsob množení okrasných dřevin !

- matky množené vegetativně, založení a ošetřování matečnice ...

- **bylinné řízky** - řízkovaný materiál nesmí zavadnout, odběr řízků ráno, do mikrotenových pytlů, neustále ve stínu! Řízky do roztoku stimulantu, příp. fungicidu.

- stimulanty ( práškové – pudry, tekuté, gely )

- píchání řízků do substrátu – písek + rašelina, perlit + rašelina.
  - do přepravek, na záhon, do sadbovačů.
  
- prostředí – studený skleník, foliový kryt – nejdůležitější stínování, nutno zabránit přehřívání + mlžení studenou vodou. Přikryjeme perforovanou folií (materiál zabraňující vysychání, ale musí dýchat!)  
Neustálá kontrola, ošetřování fungicidy.
  
- prezimování řízkovanců – přímo na množárně, příp. založeny na záhoně.
  
- **řízkování stálezelených listnáčů** – navazuje na bylinné řízkování opadavých listnáčů.
  
- **dřevité řízky** – odběr řízků z vlastní produkce dřevin, příp. matečnice.
  - řízkování nožem, nůžkami
  
- svazkování, uložení řízků, píchání řízků.
  
- další zapěstování řízkovanců (školkování, příp. úprava v kontejnerech )
  
- **kořenové řízky** – Campsis, Rhus, Gymnocladus ...  
používá se zcela výjimečně

### **Řízkování jehličnanů:**

---

- možno množit kdykoliv kromě jarního rašení (březen, duben ), téměř shodně jako bylinné řízkování opadavých listnáčů.
  
- **roubování** – nejčastěji za kůru, kopulací, na kozí nožku.



## Nejčastěji množené skupiny dřevin:

---

---

**ACER** – výsevem : *A. negundo*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. campestre*, *A. tataricum*, *A. ginnala*.

*A. palmatum* a *A. circinatum* výsevem na jaře (vymrzá), nepřeborné množství kultivarů bylinným řízkováním a roubováním na semenáč.

*A. grosseri* (barevně pruhovaný kmen) velmi dobře koření z bylinných řízků.

Semenáče původních druhů se používají ve velkých množstvích pro masové rekultivační aj. krajinářské potřeby, menší množství slouží jako podnože pro očkování a roubování kultivarů (nejrůznější formy kulovité, převislé apod.)

- kultivary pěstované do tvaru alejových stromů – pro stromořadí výška kmene 220 cm (podchodná výška), jinak vysokokmen 180 cm – se očkují na kmenotvornou podnož nejčastěji třemi očky do spirály ve jmenované výšce.

Používá-li se roubování, ponechává se proti roubu tažné oko.

**BERBERIS** – výsevem: *B. thunbergii*, *B. vulgaris*, *B. th.* 'Atropurpurea' ...

Semenáče nebývají jednotné, především u barevných forem nutno vytřídit, a to během léta, podzimní vybarvení je stejné jako zelené formy, která rovněž zčervená. Pro získání vyrovnaného materiálu pouze vegetativní množení!

Bylinnými řízků veškeré kultivary, především barevné : *B. th.* 'Atropurpurea Nana'- zakrslá forma, *B. th.* 'Harlequin'- žluto červeno zelený, *B. th.* 'Red Chief'- tmavě červený, *B. th.* 'Rose Glow'- růžově panašovaný, *B. ottawensis* 'Superba'- mohutný tmavě červený, atd.

Stálezelené *B. verruculosa*, *B. candidula* aj. řízkováním srpen, září.

Nejčastěji se pěstuje cca 50 kultivarů *Berberisu*, známých je cca 190 druhů.

**CLEMATIS** – botanické druhy výsevem : *C. tangutica*, *C. vitalba* atd.

Velkokvěté hybridy bylinnými řízků s jedním párem listů takřka celoročně z polovyzrálých výhonů (na počátku kvetení). Řízkování je závislé pouze na stavu matečných rostlin – pokud jsou umístěny ve skleníku, možno řízkovat i během zimy. Řízky je nejlépe píchat přímo do hrnků po dvou, do velmi lehké směsi, tzn. velký podíl perlitu.

Nejčastěji pěstované velkokvěté kultivary : *C. lanuginosa* 'Nelly Moser' - růžový s tmavším proužkem, *C. viticella* 'Ernest Markham' - tmavě červený, *C. patens* 'The President' - fialový, *C. p.* 'Marie Boisselot' - čistě bílý. Dnes je k dispozici nepřehledné množství kultivarů z dovozu.

*Clematis* lze rovněž roubovat na botanické podnože, je však nákladné, používá se výjimečně ( pro zakládání matečnic apod. )

**CORNUS** – výsev = nejběžnější způsob množení značného množství jedinců, ovšem opět jen základních botanických druhů :

*Cornus mas* (přeléhá) – jako podnož pro kultivary, především barevné

*B. sanguinea* – svída krvavá, *C. alba* – svída bílá, atd.

Barevné kultivary se množí především bylinnými řízků, menší výtěžnost provází řízkování dřevitými řízků, výjimečně se roubují. Základní druhy se pěstují masově pro rekultivační a krajinářské účely, příp. jako podnože.

**COTONEASTER** – výsevem se množí především opadavé druhy, většinou přeléhá (červenoplodé ): *C. divaricatus* – skalník rozkladitý, *C. dielsianus* – skalník Dielsův, atd.

Většina druhů a především kultivarů se množí bylinným řízkováním, zakořeňuje velmi dobře ( říká se, že Cotoneaster zakoření i na betoně ). Cotoneastry se pěstují v obrovském sortimentu, je pro parkové a zahrádkářské výsadby nepostradatelný.

Nejčastěji pěstované: *Cot. dammeri* – kopíruje povrch, *C. adpressus* – zakrslý, velmi pomalu roste, *C. microphyllus* – drobnolistý, zakrslý, *C. dammeri* 'Skogholm' - cca 60 cm vys., atd. Cotoneastry jsou velmi vhodné pro nejrůznější tvarování, uplatňují se i jako bonsaje.

**LIGUSTRUM** – výsevem pouze základní druhy : *L. vulgare*, *L. ovalifolium*, atd., lze získat značné množství jedinců. Kvalitní a vyrovnané potomstvo lze však získat pouze řízkováním bylinnými i dřevitými řízků. Vyrovnaný materiál je nutný především pro výsadby živých plotů a pásů. Řízkované rostliny jsou nejpozději příštím rokem prodejné, řízkované dřevitými řízků ještě v témže roce na podzim, nutno však v létě zaštipovat, aby řádně rozvětvily. Pouze některé

pestrolisté kultivary špatně zakořeňují, proto se roubojí nejčastěji v zimě na *L. vulgare*, příp. *L. ovalifolium*.

Nejčastěji pěstované: *L. vulgare* 'Lodense' - zelený velkolistý, *L. v.* 'Aureovariegatum' - žlutě panašovaný, atd. Nejpoužívanějším je *L. ovalifolium* řízkované z kvalitních velkolistých matek.

**SPIRAEA** – naprosto nepostradatelná dřevina, vesměs odolná vůči suchu, solím, exhalacím, atd. Množí se v nepřeberném sortimentu v obrovském množství po celém světě. Téměř všechny lze s úspěchem množit jak bylinnými, tak dřevitými řízkami, záleží jen na podmínkách k množení a množství materiálu, který máme k dispozici. Při množení velkého množství možno dřevité řízkování (řízkovance) nechat na záhoně dva roky a hned expedovat – úsporné, rostliny však nejsou tak kvalitní!

Nejčastěji pěstované: *Spiraea vanhouttei*, *S. bumalda* v kult., *S. cinerea* 'Grefsheim', *S. douglasii*, *S. japonica* 'Little Princess', atd.

**VIBURNUM** – výsevem základní druhy : *V. opulus* – opadavé, přeléhá (červenoplodé), *V. lantana* – stálezelené, používá se jako podnož, atd.

*V. opulus* 'Roseum' - sněhová koule – bylinným řízkováním, *V. pragense* – pouze řízkováním, semeno nevytváří, *V. rhytidophyllum* – kalina vrásčitolistá – lze výsevem, vznikají zajímaví jedinci, avšak velmi nevyrovnané. Běžně řízkováním v pozdním létě.

*V. carlesii*, *V. carlcephalum* aj. zajímavé a především velmi vonné druhy a kultivary se roubojí, pokud nelze řízkovat.

**JUNIPERUS** – mnoho druhů lze množit semenem, v praxi se nepoužívá.

Nejčastěji řízkováním, nejlépe přeřízkování ve školce – odběr řízků z mladých produkčních rostlin – současně probíhá zakracování (tvarování) rostlin. Pokud takto není možno, pak z upravených matečnic. Nejvhodnější doba = červenec, srpen, běžně však není v této době čas, proto řízkování probíhá nejčastěji v zimě, před příchodem silnějších mrazů, do skleníku. Většinou odebíráme řízky „s patkou“, které lépe zakořeňují, není-li to možné, pak běžně osní řízky. Teplota množárny by neměla přestoupit 22°C, nejvhodnější teplota množárenského substrátu podle množných druhů 12 – 18°C, max. 20°C. Teplota okolního prostoru by měla být vždy nižší, nejlépe cca 10 – 15°C. Vše však záleží na všech ostatních podmínkách, vybavení množárny, vlhkosti, množství světla v době zakořeňování atd.

Nejčastěji pěstované: *Jun. chinensis* v mnoha kultivarech, např. ‘Old Gold’, ‘Obelisk’, ‘Pfitzeriana’, ‘Pfitzeriana Aurea’, ‘Hetzii’, atd.

*Jun. communis* ‘Hibernica’ - sloupovitý, *J. ‘Oblonga’*, *Jun. horizontalis* ‘Glauca’, ‘Plumosa’, atd. – pokryvné apod. V kulturách se pěstuje nepřeborné množství kultivarů a forem jalovců, je to jeden z nejpoužívanějších rodů ve všech výsadbách.

**TAXUS** – možno výsevem, potomstvo velmi nejednotné, jen základní druhy k přírodním výsadbám.

Řízkování podobně jako **JUNIPERUS**, ovšem nižší teploty do počátku zakořeňování, nejlépe 8 – 12°C. Důsledná ochrana proti škůdcům (Lalokonosec)!

**THUJA** - výsevem lze, velmi nevyrovnaní jedinci, používá se pouze pro podnožové účely.

Řízkování totéž jako u „**JUNIPERUS**“, podmínky víceméně shodné.

Nejvíce pěstované: Thuja occidentalis 'Malonyana', 'Spiralis', 'Smaragd', 'Holmstrup', Thuja plicata - sloupovité, příp. pyramidální.

Thuja occ. 'Tiny Tim', 'Globosa', - kulovité

Th. occ. 'Rheingold', 'Golden Globe', atd. – barevné kultivary.

**PICEA, PINUS** – základní druhy výsevem, ovšem i zde materiál velmi nevyrovnaný, používá se jako materiál podnožový k roubování kultivarů. Zakrslé smrky řízkujeme, roubované po čase zvrhávají. Ostatní roubojeme v zimě ve skleníku, podnož musí být na počátku rašení, roub spící. U smrku se silně projevuje apikální dominance, borovice naopak velmi snadno tvoří vzpřímený terminál i z bočních větví.

Autor: Ing. Rajnochová

Název: Pěstování speciálního sadebního materiálu

Autor: Ing. Oldřich Mauer, DrSc.

Vydavatel: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Publikace neprošla jazykovou úpravou

První vydání, 2013

ISBN: 978-80-7375-696-3

