

SELEKCE KLONŮ DUBU NA ODOLNOST VŮČI POZDNÍM MRAZŮM

THE SELECTION OF OAK CLONES RESISTANT TO LATE FROST

VÁCLAV BURIÁNEK¹⁾ ✉ - MARIE BENEDÍKOVÁ²⁾ - JANA MALÁ¹⁾¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, CZ - 252 02 Jíloviště²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice, CZ - 686 04 Kunovice

✉ e-mail: burianek@vulhm.cz

ABSTRACT

Individual selection of pedunculate (*Quercus robur*) and sessile oak (*Quercus petraea*) clones with late bud-break, which significantly reduces the possibility of spring frost damage, was made in five experimental provenance plots of oak (Netolice, Plasy, Tvrdonice, Troubky, Malenovice), established in 1984. It was assumed that the breeding effect of creating a new synthetic population resistant to late frost can be achieved by individual selection. This paper presents results of phenological observations of the spring bud-breaking process. The results show that much later flushing individuals were found in pedunculate oak, which, on average, sprout later than sessile oak. Healthy individual late budding trees, which are of appropriate quality particularly in terms of stem form, were selected for further vegetative reproduction. The reproductive material from the selected individuals was collected, and then reproduced using *in vitro* methods. The main objective was to grow synthetic clonal population of pedunculate and sessile oak resistant to late frosts.

Klíčová slova: dub letní, dub zimní, selekce, rašení, pozdní mrazy, odolnost vůči mrazu, fenologie

Key words: pedunculate oak, sessile oak, selection, bud-break, late frosts, freezing resistance, phenology

ÚVOD

Problematice poškozování rašících výhonků dubu letního a zimního nebyla dosud v České republice věnována dostatečná pozornost, i když fenologické jevy u lesních dřevin byly sledovány (CHALUPA 1969). Problematikou fenologie rašení ve vztahu ke škodám pozdními mrazy se více zabývají v zahraničí (SAKAI, WEISER 1973; DEANS 1995; DUCOUSSE et al. 1996; CHARR, COLLIN 1999). V posledních letech dochází k postupnému oteplování, které se projevuje jednak postupným zvyšováním celkové průměrné roční teploty a průměrných teplot v jednotlivých měsících, jednak také dosaženými novými dlouhodobými teplotními rekordy, jejichž drtivá většina se týká rekordů maximálních, alespoň na stanicích s dlouhou řadou sledování. Na druhé straně přibývá krátkodobých extrémních výkyvů jak srážkových, tak i teplotních, a to oběma směry (KORN et al. 2003). Pro zdárný vývoj vegetace je důležité zejména období rašení pupenů a růstu nových mladých výhonů. Duby obecně, na rozdíl např. od habru nebo břízy, patří k našim nejpozději rašícím lesním dřevinám. Zřetelně později raší již jenom introdukovaný akát. V posledních letech však vlivem mírné zimy a časného nástupu předjaří a jara se pupeny vlivem série teplých dnů během dubna (nezřídka s denními maximy přes 20 °C či dokonce 25 °C), popř. i již koncem března probouzejí dříve než obvykle. V teplých, níže položených oblastech se tak stává, že na přelomu dubna a května jsou již některé duby vyrašené s mladými letorosty, které jsou na mraz velmi citlivé. V první polovině května pak při kratších epizodách vpadu arktického vzduchu a následného nočního vyjasnění může dojít k hlubokému poklesu minimálních teplot pod bod mrazu, a to nejen v přízemní vrstvě, ale i v měřených dvou metrech nad zemí i výše. Výrazně se tento jev uká-

zal v letech 2011 a 2012. Dne 3. května 2011 byl zaznamenán výskyt silného pozdního mrazu na četných stanicích ČR ve dvou metrech nad zemí. Tato situace nastala zejména v západních, středních a severních Čechách, kde byly téměř zcela zničeny mladé výhony nejen u dubů, ale i u buku a jasanu, pokud jde o hospodářské lesní dřeviny. V roce 2012 se obdobná mrazová situace opakovala zejména na Moravě dokonce ještě později, a to 16. května (ŠRÁMEK 2013). Omrzlé stromy zůstaly dlouho neolistěné, k postupné regeneraci ze spících pupenů došlo až během června. Znamenalo to pochopitelně zkrácení doby asimilace, snížení přírůstu a nežádoucí celkové oslabení porostů. Další, možná ještě závažnější škody, zejména v mladých věkových třídách, které byly vzhledem k nízké výšce pochopitelně poškozeny nejvíce, jsou nevratná poškození a zaschnutí terminálních pupenů. V důsledku toho pak dochází k různým deformacím, kdy úlohu terminálu přebírají boční výhony, čímž dojde ke zhoršení tvárnosti kmenů, důležité pro kvalitu dřeva. Proto je problematika selekce klonů dubu, popř. dalších dřevin, na odolnost vůči pozdním mrazům velmi aktuální a potřebná.

MATERIÁL A METODIKA

Vycházelo se z předpokladu, že individuální selekcí zaměřenou na odolnost vůči pozdním mrazům lze dosáhnout šlechtitelského efektu a vytvořit kvalitnější syntetické populace. Bylo navázáno na výzkumné projekty řešené v minulých letech, studující fenotypovou proměnlivost dubu a růst potomstev 46 uznaných jednotek dubu na pěti provenienčních plochách (BENEDÍKOVÁ 2003; BURIÁNEK et al. 2004, 2009, 2011).

Individuální selekce klonů s pozdní dobou rašení byla prováděna na základě fenologických pozorování postupu rašení na všech pěti pokusných provenienčních plochách s dubem letním a zimním (Netolice, Plasy, Tvrdonice, Troubky, Malenovice) na jaře roku 2002 v termínu od 3. do 11. května. Při hodnocení byly současně vybírány jednotlivé pozdě rašící stromy (obr. 1) v odpovídající kvalitě růstu a tvárnosti kmene. Opakované kontrolní fenologické pozorování bylo u vybraných proveniencí provedeno na jaře 2012 v termínu od 3. do 12. května.

Při fenologickém sledování dubů byl hodnocen postup rašení jednotlivých stromů podle následující pětičlenné stupnice:

- 0 ... velmi pozdě raší (zimní, spící pupen) – obr. 2
- 1 ... pozdě raší (prodloužený pupen) – obr. 3, 4
- 2 ... středně raší (rašící list) – obr. 5, 6
- 3 ... časně raší (mladý list) – obr. 7, 8
- 4 ... velmi časně raší (plně vyvinutý list) – obr. 9

Data získaná na všech pěti plochách byla statisticky rozříděna a graficky znázorněna pomocí počítačového programu STATISTICA. Výsledky fenologických pozorování byly zpracovány do kontingenčních tabulek a graficky znázorněny v histogramech, kde je vyjádřena četnost jednotlivých klasifikačních stupňů u všech proveniencí na každé ploše. Pro zjednodušení interpretace byly výsledky znázorněny graficky pomocí vypočtených vážených průměrů bodového hodnocení.

Sběr materiálu k reprodukci *in vitro* byl prováděn v březnu a dubnu z vybraných jedinců, kteří se současně vyznačují zdravým růstem

a vyhovují i po stránce kvalitativní, zejména v tvárnosti kmene. Sebraný reprodukční materiál byl po dodání uskladněn v mikrotenových sáčcích při 4 °C a zpracován v průběhu jednoho měsíce. Reprodukce vybraných pozdě rašících klonů byla prováděna metodou organogeneze. Na založení primárních kultur byly použity izolované zimní pupeny. Pro dosažení mikropropagace byly srovnávány tři metodické postupy přípravy primárních explantátů:

1) Indukce organogeneze z extirpovaného vrcholu dormantních pupenů

Tato metoda byla již použita při indukcí organogeneze u řady dřevin (MALÁ et al. 1999). K indukcí organogeneze byla použita modifikovaná média WPM (LLOYD, MC COWN 1980), jejichž složení je uvedeno v tab. 1. Kultivace probíhala v klimatizovaných podmínkách při 24 °C, bílém fluorescenčním světle (30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a 16hodinové fotoperiodě.

Tab. 1.

Média pro indukcí organogeneze a multiplikace
Media for induction of organogenesis and multiplication

Medium	BAP [mg/l]	IBA [mg/l]	Glutamin [mg/l]	Sacharoza [g/l]
WPM ₁	0,6	0,1	200	30
WPM ₂	0,2	0,1	400	30
WPM ₃	0,2	0,1	200	30



Obr. 1.

Vybrané a vyznačené pozdě rašící klony; provenience č. 13 – Litovel, Troubky, plocha Netolice, 10.05.2002

Fig. 1.

Selected and marked late budding clones; provenance No. 13 (Litovel, Troubky, plot Netolice), May 10, 2002



Obr. 2.

Spící pupeny – st. 0 (velmi pozdě rašící klon); provenience č. 13 – Litovel, Troubky, plocha Netolice, 10.05.2002

Fig. 2.

Dormant buds – phase 0 (very late budding clone); provenance No. 13 (Litovel, Troubky, plot Netolice), May 10, 2002



Obr. 3.

Prodloužené pupeny – st. 1 (pozdě rašící klon); provenience 16 – Mělník, Tuháň, plocha Malenovice, 10.05.2012

Fig. 3.

Extending buds – phase 1 (late budding clone); provenance No. 16 (Mělník, Tuháň, plot Malenovice), May 10, 2012



Obr. 4.
Pozdě rašící jedinec – st. 1, plocha Netolice,
10.05.2002

Fig. 4.
Late budding tree – phase 1; plot Netolice,
May 10, 2002



Obr. 5.
Rašící listy – st. 2 (středně rašící klon); proveni-
ence č. 16 – Mělník, Tuháň, plocha Malenovice,
10.05.2012

Fig. 5.
Rašící listy – phase 2 (medium budding clone);
provenance No. 16 (Mělník, Tuháň, plot Maleno-
vice), May 10, 2012



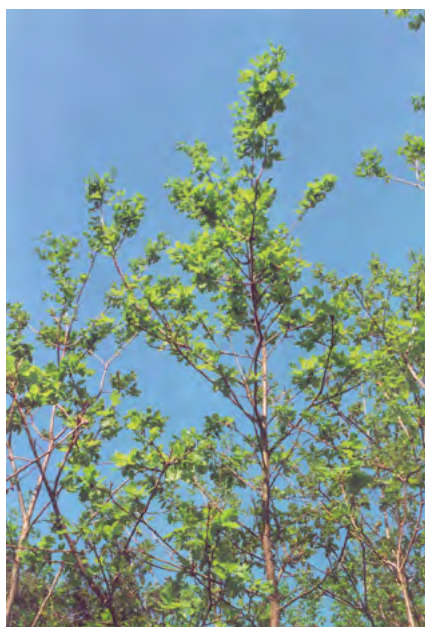
Obr. 6.
Středně rašící jedinec – st. 2; plocha Netolice,
10.05.2002

Fig. 6.
Medium budding tree – phase 2; plot Netoli-
ce, May 10, 2002



Obr. 7.
Mladé listy – st. 3 (časně rašící klon); proveni-
ence č. 3 – Litovel, Březová, plocha Malenovice,
10.05.2012

Fig. 7.
Mladé listy – phase 3 (early budding clone); pro-
venance No. 3 (Litovel, Březová, plot Malenovi-
ce), May 10, 2012



Obr. 8.
Časně rašící jedinec – st. 3; plocha Netolice,
10.05.2002

Fig. 8.
Early budding tree – phase 3; plot Netolice,
May 10, 2002



Obr. 9.
Plně vyvinuté listy – st. 4 (velmi časně rašící
klon); proveniencie č. 3 – Litovel, Březová,
plocha Netolice, 10.05.2002

Fig. 9.
Fully developed leaves – phase 4 (very early
budding clone); provenance No. 3 (Litovel,
Březová, plot Netolice), May 10, 2002

2) Indukce organogeneze z narašených dormantních pupenů na koncových větvích

Po odběru byly cca 20–25 cm dlouhé a v době dormance odebrané větve uloženy krátkodobě 3 dny při 4 °C. Poté byly vykoupány v roztoku detergentu (dihydrofosforečnan sodný) a následně sterilizovány po dobu 20 minut v roztoku 0,1% chlornanu sodného. Po trojím opláchnutí ve sterilní vodě byly větvičky umístěny do Erlenmayerových nádob o objemu 250 ml a překryty mikrotenovým sáčkem. Nádobky byly umístěny do kultivační místnosti (teplota 24 °C, osvětlení fluorescenčním světlem 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, fotoperioda 16 hodin). V průběhu 3–4 týdnů došlo k narašení a odebrání pupenů pro zakládání primárních kultur. Postup sterilizace a extirpace vzrostných vrcholů byl shodný s výše uvedeným postupem, pouze byla snížena doba expozice sterilizačního roztoku na 10 minut. Pro indukci organogeneze byla použita shodná média jako pro indukci vzrostných vrcholů bez narašení.

3) Indukce organogeneze z adventivních pupenů indukovaných na nařezaných silných větvích na bázi kmene

Větve byly odebrány z 8 jedinců a nařezány na cca 50 cm části, omyty v detergentu a vysterilizovány v roztoku chlornanu vápenatého (0,1 %). Po trojím opláchnutí v destilované vodě byly vysterilizované větve namočené do roztoku se třemi kombinacemi fytohormonů. Doba expozice byla 24 h.

Po opláchnutí ve sterilní vodě byly větve umístěny do vlhkého perlitu v kontrolovaných fyzikálních podmínkách (teplota 24 °C, osvětlení fluorescenčním světlem 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 16hodinová fotoperioda). Ve všech kombinacích bylo ošetřeno 8 testovaných klonů. Po 14 dnech začaly prorůstat výhony, které byly po standardním sterilizačním postupu použity k zakládání primárních kultur. K indukci organogeneze byly umístěny výhony na indukční médium (tab. 1). Rostoucí kultury byly přesazovány v průběhu prvních tří měsíců po 10–14 dnech

na multiplikační médium WPM₂ (tab. 1). Intervaly v přesazování se po tomto období prodloužily na 4–6 týdnů. Kultivace probíhala v klimatizovaných podmínkách při 24 °C, bílém fluorescenčním světlem (30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a 16hodinové fotoperiodě.

VÝSLEDKY

Zjištěné výsledky fenologických pozorování (obr. 10 až 12) názorně ukazují na výrazné fenologické rozdíly v rašení jednotlivých proveniencí i jedinců. Na obr. 13 je zachycen postup rašení jednotlivých proveniencí na pokusných plochách.

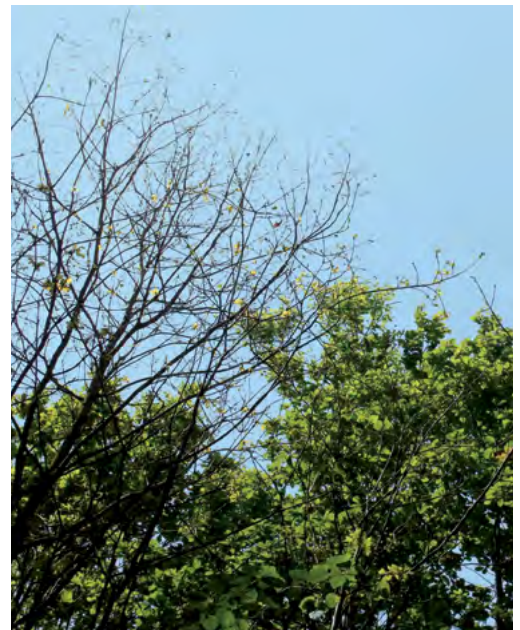
Z výsledků hodnocení vyplývá, že mnohonásobně více pozdě rašících jedinců bylo zjištěno u dubu letního, který v průměru raší později než dub zimní. Jednoznačně nejpozději raší provenience dubu letního č. 13 – Litovel, Troubky (obr. 1), u které bylo v roce 2002 na ploše Netolice hodnoceno stupni 0–1 60%, na ploše Plasy 49%, na ploše Troubky 54% a na ploše Tvrdonice 52% jedinců. Jako pozdě rašící byly vyhodnoceny také další provenience dubu letního, a to č. 14 – Litovel, Střeň, 15 – Litovel, Troubky, 16 – Mělník, Tuháň (obr. 2) a 24 – Nymburk, Dymokury. Provenience 14 měla nejvíce hodnocených stromů ve stupni 0–1 na ploše Troubky a Malenovice, v obou případech 97% jedinců. Pokud jde o dub zimní, relativně později rašila provenience č. 8 – Stříbro, Obora a č. 34 – Frenštát, Jindřichov. Pozdní rašení těchto proveniencí potvrdilo i opakované kontrolní fenologické pozorování na jaře 2012. Při porovnání lokalit bylo v průměru pozdější rašení pochopitelně pozorováno na výše položených plochách. Při porovnání klimatických podmínek místa původu pozdě rašících proveniencí nebyly zaznamenány výrazné trendy. U později rašícího dubu letního se pozdní dobou rašení vyznačovaly výhradně některé provenience z nížin, tedy z 1. lesního vegetačního stupně, což je zdánlivě v rozporu s obecnými trendy geografické proměnlivosti (PAULE



Obr. 10. Rozdíly v rašení mezi jedinci – vlevo st. (3)-4, vpravo st. 0; plocha Netolice, 10.05.2002
Fig. 10. The differences in bud-breaking – phase (3)-4 (left), phase 0 (right); plot Netolice, May 10, 2002



Obr. 11. Rozdíly v rašení mezi jedinci – vlevo st. (2)-3, vpravo st. 4; plocha Malenovice, 10.05.2012
Fig. 11. The differences in bud-breaking – phase (2)-3 (left), phase 4 (right); plot Malenovice, May 10, 2012



Obr. 12. Rozdíly v rašení mezi jedinci – vlevo st. 1-(2), vpravo st. 4; plocha Malenovice, 10.05.2012
Fig. 12. The differences in bud-breaking – phase 1-(2) (left), phase 4 (right); plot Malenovice, May 10, 2012

1992). Je třeba si ovšem uvědomit, že rozdíly v nadmořských výškách jednotlivých proveniencí jsou poměrně malé (minimum je 155 m, maximum pouze 480 m). Lokality ve vyšších nadmořských výškách se klimaticky liší od nížinných jen minimálně, protože makroklimatický teplotní deficit je zde ještě kompenzován teplým stanovištěm se specifickým mikro, resp. mezoklimatem (teplé, většinou jižně orientované výslunné svahy), často i v kombinaci s výhřevným substrátem.

Na základě fenologických pozorování průběhu rašení bylo na provenienční ploše Tvrdonice vybráno 34 pozdě rašících stromů, (32 dub letní, 2 dub zimní), na ploše Troubky 21 (19 dub letní, 2 dub zimní), na ploše Malenovice 11 (6 dub letní, 5 dub zimní), na ploše Netolice 20 (dub letní) a na ploše Plasy 18 (17 dub letní, 1 dub zimní). Celkem bylo individuální selekci vybráno a označeno 104 pozdě rašících jedinců (94 dub letní, 10 dub zimní). Metodami *in vitro* bylo stabilizováno 38 klonů dubu s pozdní dobou rašení a s vyhovující tvrností kmene a rychlostí růstu, z toho 29 klonů byl dub letní a 9 dub zimní. Nižší procento úspěšnosti, cca 36,5 %, bylo způsobeno špatnou kvalitou pupenů po poškození škůdci a mrazem.

Dosažené výsledky vegetativní reprodukce dokázaly, že je možné využít metodu organogeneze ze zimních pupenů dospělých stromů ke konzervaci žádaných genotypů dubu. Pro indukci organogeneze se osvědčilo WPM medium s vyšší koncentrací BAP (0,6 mg/l) a IBA (0,1 mg/l). Při multiplikaci byla nezbytná vysoká koncentrace glutaminu (400 mg/l) v agarovém médiu. Při srovnání metod přípravy primárních explantátů se osvědčila přímá extirpace vzrostného vrcholu dormantních pupenů a indukce axilárních pupenů na indukovaných adventivních výhonech.

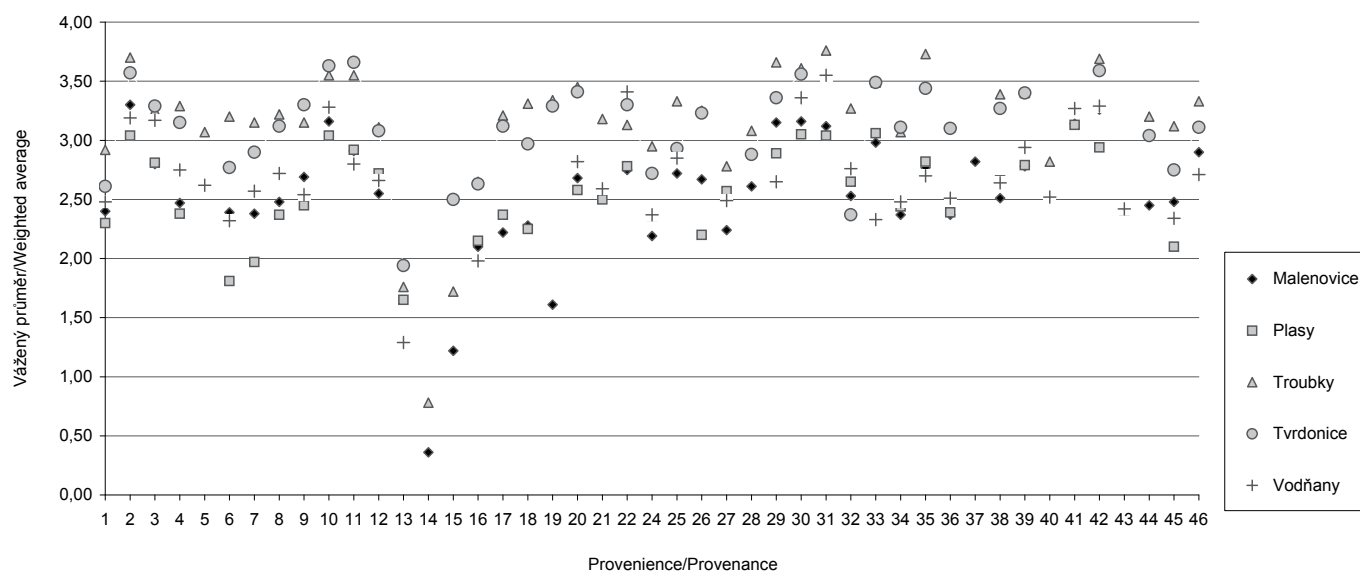
DISKUSE

Fenologická pozorování u dřevin byla předmětem zájmu botanického i lesnického výzkumu již hluboko v minulosti. Již v polovině 19. století byly rozpoznány fenologické rozdíly mezi různými populacemi dubu. Duby patří všeobecně k později rašícím dřevinám (FLINT 1974). Černiajev vylíčil již v roce 1858 dvě fenologické formy dubu letního, časnější rašící *Quercus robur* var. *praecox* a později rašící var. *tardifolia* (PIATNITSKIJ 1950), přičemž rozdíly v době jejich rašení mohou být i více než 3 týdny. Odolnost různých dřevin vůči pozdním mra-

zům byla zkoumána např. v Severní Americe (SAKAI, WEISER 1973). U nás se fenologickými aspekty lesních dřevin zabýval např. CHALUPA (1969). Mnoho provenienčních pokusů potvrdilo, že termín jarního rašení dubů je do značné míry dědičný. V posledních letech byl postup rašení v závislosti na zeměpisné délce a šířce původu studován u dubu zimního, u něhož byla potvrzena geografická proměnlivost rašení pupenů na jaře, která je genetického původu. (DUCOUSOU et al. 1996). Podle tohoto autora raší nejdříve nížinné a severské provenience, nejpozději horské. Podle polské monografie o dubu (BUGALA 2006) se na základě řady studií i praktických zkušeností ukázalo, že populace pocházející z oblastí s teplým a suchým klimatem raší časněji a jsou tudíž také více poškozovány pozdními mrazy.

Zatímco naše výsledky ve shodě se staršími údaji (SVOBODA 1955) prokázaly mnohem vyšší procento pozdě rašících jedinců u dubu letního než zimního, podle německých výzkumných prací (KLEINSCHMITT 1993; KLEINSCHMITT, KLEINSCHMITT 2000) nejsou mezi dubem letním a zimním fenologické rozdíly pokud populace pocházejí ze stejné oblasti, avšak výrazné rozdíly mohou být mezi proveniencemi stejného druhu. Všichni autoři se však shodují, že vzájemné rozlišování časné a pozdě rašících forem dubů je v lesnické praxi velmi důležité pro eliminaci škod pozdními mrazy (SVOBODA 1955).

Při podrobném hodnocení škod mrazem koncem dubna a začátkem května 1995 a 1996 bylo zjištěno, že stupeň poškození dubu zimního je závislý na fenologické fázi výhonů v době mrazové situace (CHARR, COLLIN 1999). Přitom daleko větší škody nastaly v roce 1996, kdy mrazová epizoda zasáhla právě v době intenzivního prodlužujícího růstu výhonů, zatímco v roce 1995 bylo poškození menší, protože mráz zasáhl o něco později, až po ukončení prodlužujícího růstu (CHARR, COLLIN 1999). V českých podmínkách však přicházejí mrazy většinou spíše v období raných fenofází dubu. THOMAS a BLANK (1996) na základě výzkumu v severním Německu zjistili, že k nižší odolnosti vůči mrazu přispívá také nadbytek dusíku v půdě. Fenologií dubu se zabývali také DEANS a HARVEY (1995), kteří testovali 16 evropských proveniencí dubu zimního ve Skotsku. Konduktometrickou metodou pak DEANS a HARVEY (1996) prokázali také u 4–5letých sazenic, že odolnost proti mrazu je silně svázána s fenologií, a že časně rašící jedinci rychle ztrácejí odolnost vůči pozdním mrazům. Toho lze dobře využít při selekci klonů odolných vůči pozdním mrazům. Geneticky



Obr. 13.
Postup rašení všech proveniencí na pokusných plochách
Fig. 13.
Bud-breaking process of all provenances on the research plots

podmíněná pozdější doba rašení umožňuje takto vyselektovaným jedincům uniknout poškození pozdními mrazy (GIERTYCH 2006). Je známo, že významným nástrojem pro množení selektovaných jedinců specifických vlastností (např. pozdě rašících jedinců, tj. odolných k pozdním mrazům) může být autovegetativní reprodukce (OBDRŽÁLEK et al. 2009), která byla využita i v našem případě.

V poslední době se někteří autoři zabývali studiem epigenetické paměti. Nejnovější studie smrku ztepilého, provedené v Norsku, zjistily silnou závislost doby rašení pupenů na epigenetické paměti. To znamená, že fenologie může být do značné míry ovlivněna podmínkami prostředí, ve kterých daný jedinec vznikl a nemusí být bezpodmínečně dědičná (KVAALLEN, JOHNSEN 2008; YAKOVLEV et al. 2010, 2012). Tito autoři zjistili vliv podmínek (teplotní režim) *in vitro* kultur reprodukcovaných somatickou embryogenezi na změnu fenologie. V našem případě však nebyly u jedinců vzniklých úspěšnou organogenezi fenologické změny zaznamenány. Vysvětlením může být mj. skutečnost, že uváděné studie byly prováděny na smrku patřícím mezi nahosemenné jehličnany, které jsou evolučně starší skupinou, u nichž se epigenetické mechanismy projevují daleko více než u krytosemenných rostlin (YAKOVLEV et al. 2012).

ZÁVĚR

Na základě matematicko-statistického zpracování výsledků fenologických pozorování v době rašení byla na pokusných provenienčních plochách s dubem letním a zimním série založené v roce 1984 prováděna individuální selekce klonů s pozdní dobou rašení s cílem vypěstovat syntetické populace odolné vůči pozdním mrazům. Byly zachyceny a opakovaně potvrzeny fenologické rozdíly v postupu rašení a zdokumentovány rozdíly v poškození mladých listů a výhonů pozdními mrazy mezi jednotlivými proveniencemi dubu letního a zimního (obr. 10–12). Z nejkvalitnějších jedinců s pozdní dobou rašení byl odebrán reprodukční materiál, který byl reprodukován vegetativními metodami *in vitro*. Reprodukce byla prováděna metodou organogeneze. Pro dosažení mikropropagace byly srovnávány tři metodické postupy přípravy primárních explantátů:

- 1) indukce organogeneze z extirpovaného vrcholu dormantních pupenů,
- 2) indukce organogeneze z narašených dormantních pupenů na koncových větvích,
- 3) indukce organogeneze z adventivních pupenů indukovaných na nařezaných silných větvích na bázi kmene.

Výsledky vegetativní reprodukce dokázaly vhodnost použití metody organogeneze ze zimních pupenů dospělých stromů k reprodukci a konzervaci vyselektovaných klonů dubu. Z výsledků fenologických hodnocení vyplývá, že mnohonásobně více pozdě rašících jedinců bylo zjištěno u dubu letního, který v průměru raší později než dub zimní. Na základě fenologických pozorování průběhu rašení bylo individuální selekcí vybráno a označeno celkem 104 pozdě rašících jedinců (94 dub letní, 10 dub zimní). Z toho bylo 38 klonů (29 klonů dub letní a 9 dub zimní) s pozdní dobou rašení a s vyhovující tvárností kmene a rychlostí růstu metodami *in vitro* stabilizováno. Z tohoto materiálu pak byly pěstovány syntetické klonové populace dubu odolné vůči pozdním mrazům, které jsou k dispozici pro další testování na ověřovací ploše a k namnožení pro poloproduktivní využití i pro potřeby lesnické praxe.

Poděkování:

Tento příspěvek vznikl v rámci poskytnuté institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZE ČR – Rozhodnutí č. RO0114 (č.j. 8653/2014- MZE-17011) a v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ 1230334. Autoři děkují J. Fennessymu M.Sc. (COFORD, Irsko) za jazykovou revizi anglického abstraktu a souhrnu.

LITERATURA

- BENEDÍKOVÁ M. 2003. Výsledky hodnocení 15letých provenienčních ploch dubu. Zprávy lesnického výzkumu, 48: 182–195.
- BUGALA W. et al. 2006. Dęby. Nasze drzewa leśne. Poznań – Kórnik, Polska akademia nauk. Instytut dendrologii: 972 s.
- BURIÁNEK V., BENEDÍKOVÁ M., BERANOVÁ L., MALÁ J. 2004. Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (*Quercus* spp.) a lípy (*Tilia* spp.). Závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 148 s.
- BURIÁNEK V., NOVOTNÝ P., BENEDÍKOVÁ M. 2009. Výsledky fenotypového šetření v porostech domácích druhů dubu (*Quercus* spp.). Zprávy lesnického výzkumu, 54: 174–188.
- BURIÁNEK V., BENEDÍKOVÁ M., KYSELÁKOVÁ J. 2011. Evaluation of twenty-years-old pedunculate and sessile oak provenance trial. Journal of Forest Science, 57: 153–169.
- DEANS J.D., HARVEY F.J. 1995. Phenologies of sixteen European provenances of sessile oak growing in Scotland. Forestry (Oxford), 68 (3): 265–273.
- DEANS J.D., HARVEY F.J. 1996. Frost hardiness of 16 European provenances of sessile oak growing in Scotland. Forestry (Oxford), 69 (1): 5–11.
- DUCOUSSO A., GUYON J.P., KREMER A. 1996. Latitudinal and altitudinal variation of bud burst in western populations of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl). Annales des Sciences Forestières, 53: 775–782.
- FLINT H.L. 1974. Phenology and genecology of woody plants. In: Lieth H. (ed.): Phenology and seasonality modeling. Berlin, Springer: 83–97.
- GIERTYCH M. 2006. Genetyka. In: Bugala W. et al.: Dęby. Nasze drzewa leśne. Poznań – Kórnik, Polska akademia nauk, Instytut dendrologii: 591–661.
- CHALUPA V. 1969. Počátek, trvání a ukončení vegetační činnosti u lesních dřevin. Práce VÚLHM, 37: 43–68.
- CHARR H., COLLIN F. 1999. Impact of late frost on height growth in young sessile oak regenerations. Annals of Forest Science, 56: 417–429.
- KLEINSCHMITT J. 1993. Intraspecific variation of growth and adaptive traits in European oak species. Annales des Sciences Forestières, 50 (Suppl 1): 166–185.
- KLEINSCHMITT J., KLEINSCHMITT J.G.R. 2000. *Quercus robur* – *Quercus petraea*: a critical review of the species concept. Glasnik za Šumske Pokuse, 37: 441–452.
- KORN H., NTAYOMBYA P., BERGHÄLL O., COTTER J., LAMB R., RUARK G., THOMPSON I., AMMERMAN K., ARADOTTIR A., BIRO Y., BRIDGEWATER P., BURIÁNEK V., DIEME S., COATES D., COOPER D., FORNER C., GILLISON A., GUARIGUATA M. R., JOSTEN H., MCCULLY P., MCINTYRE B., NDIANG'UI N., NEUKIRCHEN B., NOBLE I., THUILLE A., TOIVONEN H., VIERROS M. 2003. Climate change mitigation and adaptation options: Links to, and impacts on biodiversity. In: Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity consideration into implementation of the United Nations Framework Convention on climate change and its Kyoto protocol. Montreal, Secretariat of the Convention on Biological Diversity: 48–87. CBD Technical Series No. 10.
- KVAALLEN H., JOHNSEN O. 2008. Timing of bud set in *Picea abies* is regulated by a memory of temperature during zygotic and somatic embryogenesis. New Phytologist, 177: 49–59.
- LLOYD G., MC COWN B.H. 1980. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Combined Proceedings, International Plant Propagators' Society, 30: 421–27.

- OBDRŽÁLEK J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2009. Metodika heterovegetativního množení buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) a její uplatnění ve šlechtění dřevin. Recenzovaná metodika. Průhonice, VÚKOZ; Strnady, VÚLHM: 24 s. Lesnický průvodce 5/2009.
- MALÁ J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., ŠÍMA P. 1999. Využití mikropropagace při záchraně cenných populací ušlechtilých listnatých lesních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 44: 6–11.
- PAULE L. 1992. Genetika a šľachtenie lesných drevín. Bratislava, Príroda: 304 s.
- PIATNITSKIJ S.S. 1950. Otdalennaja gibrizacija kak metod vyvedenia novych porod duba. In: Albenskij A.W. et al. (ed.): Selekcija drevesnych porod. Moskva-Leningrad, Goslesbumizdat: 26–107.
- SAKAI A., WEISER C.J. 1973. Freezing resistance of trees in North America with reference to tree regions. Ecology, 54: 118–126.
- SVOBODA P. 1955. Lesní dřeviny a jejich porosty. Část II. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 573 s.
- ŠRÁMEK V. 2013. Abiotické vlivy, povětrnostní podmínky. In: Knížek M., Modlinger R. (eds.): Výskyt škodlivých činitelů v roce 2012 a jejich očekávaný stav v roce 2013. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 7–9. Zpravodaj ochrany lesa, Suppl. 2013.
- THOMAS F.M., BLANK R. 1996. The effect of excess nitrogen and insect defoliation on the frost hardiness of bark tissue of adult oaks. Annales des Sciences Forestières, 53: 395–406.
- YAKOVLEV I.A., FOSSDAL C.G., JOHNSEN Ø. 2010. MicroRNAs, the epigenetic memory and climatic adaptation in Norway spruce. New Phytologist, 187:1154–1169.
- YAKOVLEV I., FOSSDAL C.G., SKRØPPA T., OLSEN J.E., JAHREN A.H., JOHNSEN Ø. 2012. An adaptive epigenetic memory in conifers with important implication for seed production. Seed Science Research, 22 (2): 63–76. DOI:10.1017/S0960258511000535.

THE SELECTION OF OAK CLONES RESISTANT TO LATE FROST

SUMMARY

The main goal of the work was to grow clonal population of pedunculate and sessile oak resistant to late frosts. It was assumed that the breeding effect by creating a new synthetic population resistant to late frost can be achieved by individual selection. Phenological assessment on five experimental provenance plots (Netolice, Plasy, Tvrdonice, Troubky and Malenovice) established in 1984, the sprouting process of each individual tree was evaluated on a five-phase scale (Figs. 1–8). Individual selection of clones with the late bud break was undertaken (Fig. 9). The reproductive material selected from good quality late bud breaking trees was recorded and then reproduced using *in vitro* methods. Reproduction was carried out by organogenesis. To achieve the micropropagation, three methodological procedures in the preparation of primary explants were compared:

- induction of organogenesis from extirpate of dormant top buds,
- induction of organogenesis from sprouting dormant buds on the terminal branches,
- induction of organogenesis from adventitious buds induced on cut thick branches on the stem base.

The achieved results of vegetative reproduction confirmed that it is possible to use the method of organogenesis of winter buds of mature trees for the preservation of desired oak genotypes. For induction of organogenesis, the WPM medium with higher concentrations of BAP (0.6 mg / l), IBA (0.1 mg / l) proved to be most desirable. High concentration of glutamine (400 mg / l) in the agar medium was necessary at the multiplication process. In comparison of methods for preparation of primary explants, the direct extirpation of dormant top buds and induction of axillary buds induced on adventitious shoots was successfully proven. Media for induction of organogenesis and multiplication are described in Tab. 1.

The results of phenological observations are shown in Fig. 13, where bud-breaking process of all provenances on individual plots is reflected. The phenological differences in the process of sprouting were intercepted, repeatedly recorded and confirmed, and the differences in damage of young leaves and shoots by late frosts between pedunculate and sessile oak were documented (Fig. 10–12). Results of the evaluation show that much more late budding individuals were found in pedunculate oak (*Quercus robur*), which on average is sprouting later than sessile oak (*Quercus petraea*). On the basis of phenological observations during spring sprouting, a total of 104 late budding individuals (94 of pedunculate oak, 10 of sessile oak) were marked and selected for reproduction. 38 well growing clones (29 clones of pedunculate oak, 9 of sessile oak) with suitable stem form were selected and stabilized by *in vitro* methods. The lower success rate of about 36.5% occurred due to the poor quality of the buds caused by pests and frost. From this material, the synthetic clonal populations of oak resistant to late frosts were established, which are available for further testing in research trials, multiplication in experimental plot, and for the general needs in forestry practices.