

STANOVENÍ PODMÍNEK PRO PŘEDOSEVNÍ PŘÍPRAVU BUKVIC S RŮZNOU HLOUBKOU DORMANCE, PROVEDENOU IHNED PO SBĚRU

PRE-SOWING TREATMENT OF BEECHNUTS WITH VARIOUS DEPTH OF DORMANCY PERFORMED IMMEDIATELY AFTER COLLECTION

LENA BEZDĚČKOVÁ ✉

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice, Na Záhonech 601, CZ - 686 04 Kunovice, Czech Republic

✉ e-mail: bezdeckova@vulhmuh.cz

ABSTRACT

The European beech (*Fagus sylvatica* L.) is the most grown broadleaved tree species in Czech forests. Annual demand for beechnuts is 56 tons in the Czech Republic. The dormancy can vary greatly from year to year, among seed lots, and among seeds within a seed lot. Beechnuts are typical examples of seeds with a variable or often deep dormancy. In the standard method the dormancy breaking treatment is applied after storage and just before sowing (dormant beechnuts). A new method is the application of the dormancy breaking treatment immediately after seed collection, followed by drying of the pre-treated seeds and their storage (non-dormant beechnuts). This study aims to optimize stratification period by pre-chilling seeds for different durations, and follows changes in the germination ability and emergence rate of dormant and non-dormant beechnuts during 2–3 years of storage. After being collected, the beechnuts were stratified without medium for 9, 11, 13 and 15 weeks, then dried down to 10% and stored as non-dormant seeds. The other part of beechnuts was dried down to 10% after seed collection, then stored and stratified for 10 weeks before sowing (dormant seeds). The beechnuts stored 8–20 months in dormant state had significantly higher viability and germination capacity compared to beechnuts stored 4–18 months in the non-dormant state. Viability and germination capacity significantly decreased with the prolonged stratification. Good germination capacity and emergence rate of the non-dormant beechnuts was reported after stratification taking 9–11 weeks. After two years the stored dormant beechnuts emerged in greenhouse more (43–68%) than stored non-dormant ones (22–69%). In field beds the average emergence rate of stored non-dormant beechnuts of all three seed lots dropped to 13–45%. The beechnuts with deeper dormancy respond to stratification and drying after seed collection by slight reduction of viability, germination capacity and emergence rate.

Klíčová slova: *Fagus sylvatica*, semena, klíční klid, předosevní příprava, klíčivost, vzcházivost, skladování

Key words: *Fagus sylvatica*, seeds, dormancy, pre-sowing treatment, germination, emergence, storage

ÚVOD

Mnoho druhů lesních dřevin mírného klimatu produkuje dormantní semena. Hloubka dormance semen se může lišit v jednotlivých letech, mezi oddíly ze stejné úrody, ale také mezi jednotlivými semeny v rámci jednoho oddílu (MULLER, BONNET-MASIMBERT 1989; SUZSKA et al. 1994). Bukvice jsou typickým příkladem semen s hlubokou dormancí, což způsobuje ve školkařské praxi nemalé problémy s dosažením požadovaného počtu semenáčků vysoké kvality. Pro školkaře jsou výhodné podzimní výsevy čerstvě nasbíraných bukvic, kdy odpadají starosti spojené se skladováním a stratifikací. Rizikem je vymrznutí sítě nebo poškození vzcházejících semenáčků pozdními mrazíky. Podzimní výsevy jsou často praktikovány také z toho důvodu, že výsledky testů klíčivosti pro stanovení přesné délky stratifikace jsou známy až po dlouhé době (GORDON 1992), která u bukvic z podzimního sběru koliduje s termínem pro zahájení předosevní přípravy před jarními sěmi. Mnoho oddílů potřebuje stratifikaci v délce 14–18 týdnů, poté se bukvice ještě inkubují 4–6 týdnů při vyšší teplotě, než vyklíčí (GOSLING 1991). I když se zkouška klíčivosti zahájí co nejdříve po sběru

(většinou začátkem listopadu), nedostane pěstitel v mnoha případech informaci o potřebné délce stratifikace včas. Často se pak stává, že se předosevní příprava čerstvě sesbíraných bukvic zahájí příliš pozdě a sije potom vzchází velmi nerovnoměrně, nebo dokonce přeleží (PROCHÁZKOVÁ 2005).

Optimální je proto kombinace podzimních a jarních sítí, kdy se vysévají buď krátkodobě nebo dlouhodobě skladované bukvice. V běžné praxi se předosevní příprava (stratifikace) spočívající v odbourání dormance bukvic stratifikací provádí až před jarním výsevem, avšak termín počátku stratifikace je odvislý od data výsevu. Ve Francii, Německu, Dánsku a Holandsku se odbourání dormance uskutečňuje ihned po sběru a nedormantní bukvice s překonaným klíčním klidem se skladují dlouhodobě nebo pouze krátkodobě do jarní sítě (SUZSKA et al. 1994; DERKX, JOUSTRA 1997; LUDWIG 2004). Výhodou odstranění dormance bezprostředně po sběru je především téměř okamžitá dostupnost skladovaných bukvic pro sije při nástupu vhodného počasí. Další předností je, že vlastník osiva získává možnost vyset bukvice hned první jaro po sběru a krátkodobě (maxi-

málně 3 měsíce) skladování, nebo bukvice uskladnit na delší dobu, o čemž se rozhoduje podle potřeby zabezpečit jarní síji a také podle aktuální kvality (klíčivosti) bukvic. Kritickým faktorem při aplikaci stratifikace ihned po sběru bukvic je, vedle kvality bukvic, její délka, která obecně ovlivňuje nejen úspěšnost při odbourání dormance, ale také celkovou klíčivost i rychlost klíčení při teplotách nepříznivých pro vzházení síji bukvic. Příliš krátká stratifikace znamená skladování bukvic s nedostatečně odbouranou dormancí a nutnost další předosevní přípravy po vyskladnění. Naopak příliš dlouhá stratifikace hrozí nevratným poškozením bukvic při jejich vysušování pro uskladnění a snížením schopnosti bukvic klíčit v nepříznivých podmínkách (DERKX, JOUSTRA 1997; MORTENSEN et al. 2004). Bukvice se na venkovní záhony běžně vysévají koncem dubna nebo začátkem května, aby vzházející semenáčky nebyly poškozeny pozdními mrazíky během druhé květnové dekády. Nástup vysokých teplot po síji způsobuje značné snížení vzházivosti bukvic s neúplně překonaným klíčivým klidem. Skladování alespoň určitého množství bukvic s překonanou dormancí tak může snížit riziko neúspěšných síjí. U nás, podobně jako na Slovensku a v Polsku, se předosevní příprava bukvic provádí pouze před jarními síjemi (HLAVOVÁ, PROCHÁZKOVÁ 2002). Hlavním důvodem, proč se u nás nevyužívá odbourávání dormance bukvic ihned po sběru, je velký rozdíl v hloubce dormance (a tím v délce předosevní přípravy) mezi jednotlivými oddíly bukvic, a to jak v rámci jedné úrody, tak i mezi úrodami (PROCHÁZKOVÁ et al. 2002). Není tedy známo, jak dlouhá by stratifikace bukvic ihned po sběru měla být a zda bude nejen fyziologicky, ale také ekonomicky výhodné její použití.

Cílem této práce bylo zjistit, za jakých podmínek lze ihned po sběru odstranit dormanci oddílů bukvic a porovnat jejich kvalitu s oddíly, kde stratifikace byla provedena až před síjemi. Dále byl studován vliv délky předosevní přípravy a skladování na životnost, klíčivost a vzházivost bukvic skladovaných v dormantním a nedormantním stavu.

MATERIÁL A METODIKA

Semena

Vzhledem k neúrodě bukvic v České republice v roce 2010 byly získány 3 oddíly bukvic z Polska. Bukvice byly sbírány ze země a po sběru byly přečištěny v ATRO Rýmařov, s. r. o., ve školce v Dlouhé Loučce. Část semen (dále „surovina“) byla po sběru ponechána s původním obsahem vody. Bukvice oddílů P1 a P2 měly obsah vody přibližně stejný (20,0–23,0 %), na rozdíl od bukvic třetího oddílu P3 (38,4 %). Vlhkost bukvic oddílu P3 byla upravena na 25,8 % sušením při 20 °C po dobu cca 5 dnů. Druhá část bukvic (dále „semena“) byla vysušena při 20 °C na vlhkost cca 10 % a poté skladována ve školce v Dlouhé Loučce v uzavřených, 0,11 mm tenkých polyethylenových obalech (CZECHOBAL, s. r. o., Hradec Králové) při -7 °C. Bukvice byly pro jednotlivé pokusy převáženy v chladicích boxech do laboratoře Semenařská kontrola (VÚLHM, v. v. i., Výzkumná stanice Kunovice), kde byly skladovány při -5 °C do zahájení pokusů. Charakteristika použitého osiva je uvedena v tab. 1.

Obsah vody, životnost, klíčivost

Obsah vody a životnost (vitálním barvením v tetrazoliu) bukvic byly stanoveny dle ČSN 48 1211 (2006). Pro zjištění klíčivosti bylo 4 × 100 bukvic promícháno se substrátem (rašelina s pískem v poměru 1 : 1, vlhkost 28–32 %) v uzavíratelných nádobách a uloženo při 3 °C. Jednou týdně se substrát s bukvicemi vysypal a promíchal. Klíčící bukvice s viditelným kořínkem byly spočítány a odstraněny. Zkouška klíčivosti byla ukončena, když dva týdny po sobě nevyklíčila žádná bukvice. Nevyklíčené bukvice na konci zkoušky byly rozřezány a spočítány bukvice mrtvé, prázdné, napadené hmyzem, svěží a abnormální. Výsledky životnosti i klíčivosti byly přepočítány na plná semena. Životnost a klíčivost byla hodnocena ihned po sběru u suroviny, dále

Tab. 1.

Charakteristika oddílů bukvic použitých v experimentu
European beech (*Fagus sylvatica*) seed lots used in the experiment

	Oddíl/Seed lot		
	P1	P2	P3
Lokalita/Provenance	Lesko-SrednieWielkie	Krasiczyn-Korytniki	Rymanow
Porost/Stand identification	83a	131a	15a
Nadmořská výška (m n. m.)/Altitude (m)	450–545	268–376	321–419
Datum sběru/Date of harvest	11.–30.10.2010	21.10.2010	3.–10.11.2010
	Surovina (Raw material)/Semeno (Seed)		
Obsah vody/Moisture content (%)*	21,6 / 10,0	20,0 / 10,1	38,4 / 10,9
Absolutní hmotnost/1.000 seeds weight (g)*	255,9 / 211,9	254,5 / 229,1	348,1 / 266,9
Životnost/Viability (%)*	87 / 88	85 / 89	85 / 84
Klíčivost/Germination capacity (%)*	83 / 89	88 / 93	91 / 85
Doba, za kterou při zkoušce klíčivosti vyklíčilo 80 % životných bukvic (týdny)/Time for germination of 80% of viable seeds at testing (weeks)	11 / 8	11 / 11	9 / 8
Délka zkoušky klíčivosti (týdny)/Duration of germination test (weeks)	14 / 12	16 / 15	14 / 13

*Podle ČSN 48 1211 (2006)/According to the Czech standard ČSN 48 1211 (2006)

u semene po vysušení a během skladování – u bukvic skladovaných v dormantním stavu po 8 a 20 měsících skladování, u skladovaných nedormantních bukvic s odbouraným klíčným klidem po 4–5 a 17–18 měsících skladování. Životnost byla hodnocena v roce 2011 i 2012 vždy v červenci, klíčivost vždy v červenci až říjnu.

Odstranění dormance

Odbourání dormance bukvic se provádělo stratifikací bez substrátu při teplotě 3 °C ve volně uzavřeném PVC obalu. Nejříve se obsah vody v bukvicích zvýšil na 30–32 % mlžením ručním postřikovačem (cca 7 dnů). Během stratifikace se bukvice pravidelně 1 × týdně promíchávaly a každých 14 dnů se zjišťoval obsah vody. Délka stratifikace byla stanovena podle průběhu klíčení bukvic při zkoušce klíčivosti suroviny po sběru. Stratifikace zahájena po sběru tak byla ukončena po době, za kterou při zkoušce klíčivosti vyklíčilo 80 % životných bukvic – u oddílu P1 a P2 po 11 týdnech, u oddílu P3 po 9 týdnech. U dalších variant byla stratifikace každého oddílu prodloužena o 2 a 4 týdny (tab. 2). Stratifikace skladovaných dormantních bukvic byla provedena stejným způsobem (bez substrátu, 3 °C a obsah vody 30–32 %) v délce 10 týdnů.

Skladování bukvic v dormantním nebo nedormantním stavu

Bukvice skladované v dormantním stavu (dále označené „dormantní“) byly po sběru přečištěny, vysušeny na 10 % obsah vody a uskladněny v neprodyšných PVC obalech při -5 °C. Bukvice stratifikované po sběru (dále označené „nedormantní“) byly po ukončení stratifikace vysušeny a uskladněny stejně jako bukvice dormantní.

Naklíčení bukvic před sjezí

Dva týdny před jarními sjezí byly skladované nedormantní bukvice vyjmuty z teploty -5 °C a 24 hodin aklimatizovány při 3 °C. Potom byly ručním postřikovačem plně hydratovány a inkubovány 2 týdny při 12 °C. Po ukončení hydratace byly naklíčené bukvice s viditelným kořínkem spočítány a přichystány k výsevu. Naklíčení skladovaných dormantních bukvic po stratifikaci před sjezí proběhlo stejným způsobem (plná hydratace, 2 týdny při 12 °C).

Síje a hodnocení vzházivosti skladovaných dormantních a nedormantních bukvic

Vzházivost bukvic skladovaných 7 měsíců v dormantním stavu i 7–8 měsíců v nedormantním stavu byla zjišťována v kontrolovaných podmínkách při 20 °C ve VS Kunovice v roce 2011 (4 × 100 semen, plastový box 30 cm × 24 cm × 10 cm, komerční substrát AGRO CZ s pH 5–7). Pro porovnání rychlosti klíčení jednotlivých variant byla vypočítána průměrná doba klíčení „Mean germination time“: $MGT = \sum (t \times n_i) / (\sum n_i)$, kde t je počet dnů od začátku klíčení, n_i je procento vyklíčených semen v rámci určitého dne (FERNÁNDEZ et al. 1997).

Skladované bukvice byly dále použity při výsevech na záhony v dubnu a květnu (23.5.2011, 5.5.2012, 16.4. a 6.5.2013), nebo do skleníku v březnu a dubnu (20.3. a 10.4.2013) v ATRO Rýmařov (tab. 2). V roce 2011 bylo vyseto od každé varianty celkem 4 × 100 semen, v roce 2012 a 2013 cca 200–300 g bukvic. Substrát byl míchán přímo v ATRO Rýmařov, a to ve složení rašelina, dolomitický vápenc, agropelit a startovací hnojivo. Bukvice (naklíčené i nenaklíčené) byly vysévány jednotlivě do polyethylenových sadbovačů TUBUS 300 model reg utility (TUBUS Rýmařov) o rozměrech 355 mm × 220 mm × 160 mm, rozměr buňky 50 mm × 45 mm, v sadbovači 28 buněk. Následující péče probíhala stejně jako u ostatních komerčních sjezí ve školce. Jako vzešlé byly hodnoceny semenáčky s rozvinutými prvními pravými listy. V roce 2011 byla vzházivost zjišťována po 4 a 5 týdnech (20.6. a 28.6.), v roce 2012 po 6 a 7 týdnech (19.6. a 26.6.) a v roce 2013 pak po 9 týdnech (27.6.). U sjezí do skleníku byla vzházivost zjišťována po 6 a 7 týdnech (7.5. a 21.5.2013). Vzhledem k nestejnomyšlnému naklíčování

(odbourávání dormance) semen byla vzházivost jednotlivých variant zjišťována vždy ve dvou termínech. Rozdílná doba hodnocení sjezí byla ovlivněna průběhem počasí.

Vyhodnocení výsledků

Rozdíl průměrů životnosti, klíčivosti a MGT mezi semennou surovinou a semenem tří oddílů buku lesního (*Fagus sylvatica*) byl hodnocen t-testem samostatně pro každý oddíl (tab. 3). Vliv délky stratifikace na životnost, klíčivost a rychlost klíčení (MGT) bukvic skladovaných v nedormantním stavu vzhledem k délce stratifikace mezi sebou navzájem a vzhledem k bukvicím skladovaným v dormantním stavu (tab. 4) byl hodnocen párovým testem. Na jeho základě byly jednotlivé varianty zařazeny do skupin (a, b, ...), přičemž hodnoty ze dvou skupin jsou signifikantně rozdílné na hladině $\alpha = 5\%$ a rozdíl hodnot téže skupiny nebyl signifikantní. Aby byla vyloučena možnost zkreslení výsledků charakterem dat (procedurální hodnoty, které se teoreticky pohybují v rozmezí intervalu 0 až 100 %, tedy při nahromadění hodnot u jedné z mezí může být porušena podmínka normality testovaných dat; vzhledem k relativně nízkému počtu hodnot však nelze efektivně provádět přímé testování normality), byla vyzkoušena arcussinus transformace $x' = \arcsin(x/0.5 - 1)$. Transformované hodnoty byly podrobeny stejnému testování jako hodnoty původní. Získané výsledky se však podstatně nelišily, a proto nejsou v dalším uváděny. Testování bylo provedeno v programu Statistica, verze 8.

VÝSLEDKY

Kvalita bukvic po sběru a během skladování

Všechny tři oddíly se po sběru vyznačovaly vysokou kvalitou. Životnost suroviny i semene se pohybovala v rozmezí 84–89 %, klíčivost mezi 83–93 % (tab. 1). Po vysušení bukvice oddílů P1 a P3 začaly klíčit o 1–2 týdny dříve (obr. 1), čímž se zkrátila průměrná doba klíčení (MGT) o týden ve srovnání se surovinou (tab. 3). Bukvice oddílu P2, které se vyznačovaly hlubší dormancí než oddíly P1 a P3, na vysušení zkrácením doby klíčení nereagovaly (obr. 1).

Kvalita bukvic (životnost, klíčivost a rychlost klíčení) byla testována po 8 a 20 měsících skladování v dormantním stavu a po 4–5 a 17–18 měsících skladování v nedormantním stavu (tab. 4). Oddíly P1 a P3 skladované v dormantním stavu vykazovaly výrazně vyšší životnost i klíčivost oproti bukvicím skladovaným ve stavu nedormantním, a to jak po kratším, tak i po delším skladování. Životnost i klíčivost u těchto dvou oddílů po delší stratifikaci výrazně klesla. Vliv prodloužené stratifikace nebyl zaznamenán u oddílu P2 (tab. 4). Po delším skladování se mírně snížila kvalita bukvic většiny oddílů skladovaných v dormantním i nedormantním stavu. Oddíly bukvic skladované jako nedormantní klíčily výrazně rychleji než oddíly skladované v dormantním stavu. Mezi rychlostí klíčení a délkou stratifikace nebyl pozorován jednoznačný vztah. Bukvice oddílu P2, které se vyznačovaly hlubší dormancí, klíčily nejrychleji po stratifikaci trvající 15 týdnů. Naopak bukvice oddílu P1 a P3 reagovaly na stratifikaci dlouhou 13 týdnů zpomalením klíčení (tab. 4).

Vzházivost skladovaných dormantních a nedormantních bukvic při 20 °C

Vzházivost bukvic, skladovaných v dormantním stavu 7 měsíců, se pohybovala v rozmezí 73–86 %. Bukvice, u kterých byla dormance odstraněna po sběru, měly vzházivost po 7–8 měsících skladování výrazně nižší u oddílů P1 a P3 (tab. 5). Vzházivost skladovaných nedormantních bukvic nebyla významně ovlivněna délkou předosevní přípravy před jejich uskladněním, i když u oddílů P1 a P3 se vzházivost bukvic prodloužením předosevní přípravy na 13 a 15 týdnů snížila o 4–7 %.

Tab. 2.
Přehled variant
Summary of treatments

Varianta/ Treatment	Délka stratifikace (týdny)/Duration of the stratification (weeks)	Stratifikace/Stratification (3°C)	Vysušení (dny)/ Drying/days	Skladování/Storage (-5°C)	Délka skladování (měsíce)/Duration of storage (months)	Hydratace (dny)/ Hydration (days)	Síje/Datum Sowing/Date
ND	9	1.12.2010 – 3.2.2011	7	10.2.2011 – 9.5.2011	3	14	Záhony ¹ /23.5.2011
ND	11	1.12.2010 – 17.2.2011	7	24.2.2011 – 9.5.2011	2,5	14	Záhony/23.5.2011
ND	13	1.12.2010 – 3.3.2011	7	10.3.2011 – 9.5.2011	2	14	Záhony/23.5.2011
ND	15	1.12.2010 – 17.3.2011	7	24.3.2011 – 9.5.2011	1,5	14	Záhony/23.5.2011
ND	9	1.12.2010 – 3.2.2011	7	10.2.2011 – 23.9.2011	8	14	20 °C/7.10. 2011
ND	11	1.12.2010 – 17.2.2011	7	24.2.2011 – 23.9.2011	7,5	14	20 °C/7.10. 2011
ND	13	1.12.2010 – 3.3.2011	7	10.3.2011 – 23.9.2011	7	14	20 °C/7.10. 2011
ND	15	1.12.2010 – 17.3.2011	7	24.3.2011 – 23.9.2011	7	14	20 °C/7.10. 2011
ND	9	1.12.2010 – 3.2.2011	7	10.2.2011 – 21.4.2012	15,5	14	Záhony/5.5.2012
ND	11	1.12.2010 – 17.2.2011	7	24.2.2011 – 21.4.2012	15	14	Záhony/5.5.2012
ND	13	1.12.2010 – 3.3.2011	7	10.3.2011 – 21.4.2012	14,5	14	Záhony/5.5.2012
ND	15	1.12.2010 – 17.3.2011	7	24.3.2011 – 21.4.2012	14	14	Záhony/5.5.2012
ND	9	1.12.2010 – 3.2.2011	7	10.2.2011 – 6.3.2013	27	14	Skleník ² /20.3. 2013
				10.2.2011 – 27.3.2013	27,5		Skleník/10.4.2013
ND	11	1.12.2010 – 17.2.2011	7	24.2.2011 – 6.3.2013	26	14	Skleník/20.3. 2013
				24.2.2011 - 27.3.2013	27		Skleník/10.4.2013
ND	13	1.12.2010 – 3.3.2011	7	10.3.2011 – 6.3.2013	25	14	Skleník/20.3. 2013
				10.3.2011 – 27.3.2013	25,5		Skleník/10.4.2013
ND	15	1.12.2010 – 17.3.2011	7	24.3.2011 – 6.3.2013	25	14	Skleník/20.3. 2013
				24.3.2011 – 27.3.2013	25,5		Skleník/10.4.2013
ND	9	1.12.2010 – 3.2.2011	7	10.2.2011 – 2.4.2013	28	14	Záhony/16.4. 2013
				10.2.2011 – 22.4.2013	28,5		Záhony/6.5.2013
ND	11	1.12.2010 – 17.2.2011	7	24.2.2011 – 2.4.2013	27	14	Záhony/16.4. 2013
				24.2.2011 – 22.4.2013	28		Záhony/6.5.2013
ND	13	1.12.2010 – 3.3.2011	7	10.3.2011 – 2.4.2013	26	14	Záhony/16.4. 2013
				10.3.2011 – 22.4.2013	26,5		Záhony/6.5.2013
ND	15	1.12.2010 – 17.3.2011	7	24.3.2011 – 2.4.2013	26	14	Záhony/16.4.2013
				24.3.2011 – 22.4.2013	27		Záhony/6.5.2013

Varianta/ Treatment	Skladování/Storage (-5°C)	Délka skladování (měsíce)/ Duration of storage (months)	Délka stratifikace (týdny)/ Duration of the stratification (weeks)	Stratifikace/Stratification (3°C)	Hydratace (dny)/ Hydration (days)	Síje/Datum Sowing/Date
D	7.12.2010 – 28.2.2011	2,7	10	28.2 – 9.5.2011	14	Záhony/23.5.2011
D	7.12.2010 – 1.7.2011	7	10	1.7. – 9.9.2011	14	20 °C/23.9.2011
D	7.12.2010 – 10.2.2012	15	10	10.2 – 21.4.2012	14	Záhony/5.5.2012
D	7.12.2010 – 27.12.2012	26,5	10	27.12. 2012 – 6.3.2013	14	Skleník/20.3.2013
	7.12.2010 – 16.1.2013	27		16.1. – 27.3.2013		Skleník/10.4.2013
D	7.12.2010 – 22.1.2013	27,5	10	22.1. – 2.4.2013	14	Záhony/16.4.2013
	7.12.2010 – 11.2.2013	28		11.2. – 22.4.2013		Záhony/6.5.2013

Captions: ¹Beds; ²Greenhouse

Tab. 3.

Rozdíl průměrů životnosti, klíčivosti a MGT mezi semennou surovinou a semenem tří oddílů buku lesního (*Fagus sylvatica*), hodnocený t-testem

Difference of averages of viability, germination and MGT between raw material and seed of three *Fagus sylvatica* seed lots, evaluated using t-test

	Surovina/ Raw material	Semen/ Seed	t-value	df	p	
Oddíl/Seed lot P1	Životnost/Viability (%)	87	88	-0,708	6	0,506
	Klíčivost/Germination capacity (%)	83	89	-1,642	6	0,152
	MGT (dny/days)	58	49	5,551	6	0,001
Oddíl/Seed lot P2	Životnost/Viability (%)	85	89	-1,698	6	0,140
	Klíčivost/Germination capacity (%)	88	93	-1,649	6	0,150
	MGT (dny/days)	68	68	-0,492	6	0,640
Oddíl/Seed lot P3	Životnost/Viability (%)	85	84	0,523	6	0,620
	Klíčivost/Germination capacity (%)	91	85	2,324	6	0,059
	MGT (dny/days)	57	49	4,462	6	0,004

Tab. 5.

Vliv délky stratifikace na vzcháživost bukvic skladovaných v dormantním a nedormantním stavu při 20 °C. Mezi hodnotami označenými různým písmenem je významný rozdíl (P < 0,05)

Effect of stratification period on the emergence rate of stored dormant and non-dormant beechnuts at 20 °C. Different letters indicate statistically different values (P < 0.05)

Oddíl/ Seed lot	Délka stratifikace (týdny)/Duration of the stratification (weeks)	Vzcháživost/Emergence rate (%)	
		7	7-8
P1_D	10	78 a	
P1_ND	11		66 b
P1_ND	13		64 b
P1_ND	15		59 b
P2_D	10	73 a	
P2_ND	11		67 a
P2_ND	13		66 a
P2_ND	15		70 a
P3_D	10	86 a	
P3_ND	9		72 b
P3_ND	11		75 b
P3_ND	13		68 b

Tab. 4.

Vliv délky stratifikace na životnost, klíčivost a rychlost klíčení (MGT) bukvic skladovaných v dormantním a nedormantním stavu. Mezi hodnotami označenými různým písmenem je významný rozdíl (P < 0,05)

Effect of the stratification period on the viability, germination and mean germination time (MGT) of stored dormant and non-dormant beechnuts. Different letters indicate statistically different values (P < 0.05)

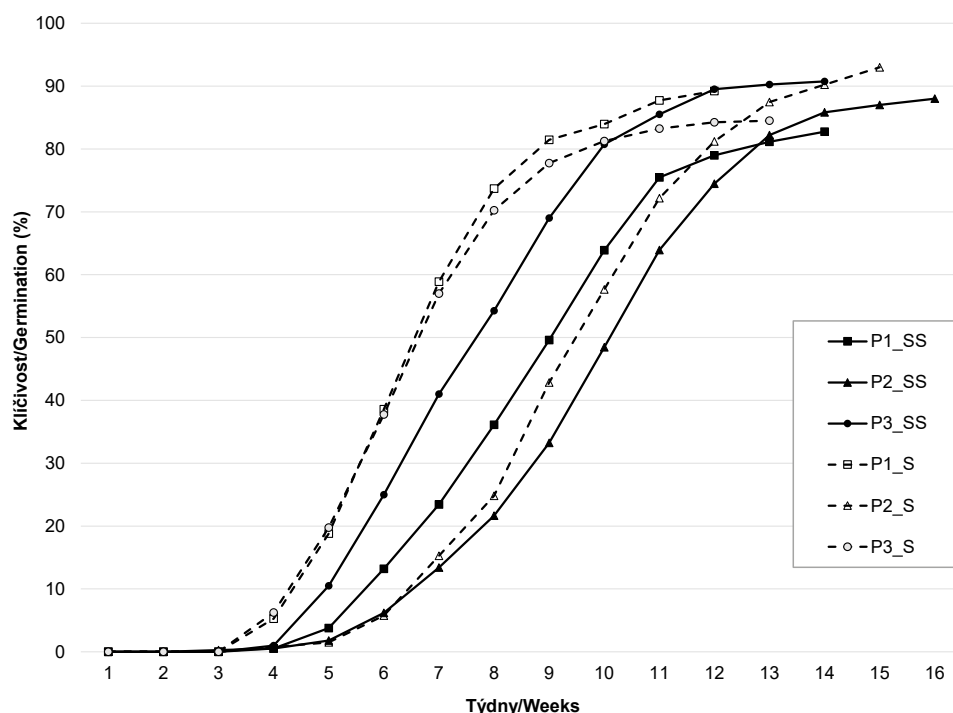
Oddíl/Seed lot	Délka stratifikace (týdny)/ Duration of the stratification (weeks)	Délka skladování (měsíce)/Duration of storage (months)			
		8	4-5	20	17-18
Životnost/Viability (%)					
P1_D	10	87 a		86 a	
P1_ND	11		57 b		54 b
P1_ND	13		58 b		45 c
P1_ND	15		47 c		55 b
P2_D	10	87 a		86 a	
P2_ND	11		83 ab		85 a
P2_ND	13		80 b		74 b
P2_ND	15		83 ab		79 ab
P3_D	10	86 a		85 a	
P3_ND	9		68 b		72 b
P3_ND	11		71 b		66 b
P3_ND	13		61 c		57 c
Klíčivost/Germination capacity (%)					
P1_D	10	88 a		82 a	
P1_ND	11		73 b		64 b
P1_ND	13		50 c		47 c
P1_ND	15		53 c		47 c
P2_D	10	89 a		88 a	
P2_ND	11		84 ab		80 b
P2_ND	13		81 b		82 b
P2_ND	15		80 b		83 ab
P3_D	10	88 a		86 a	
P3_ND	9		80 b		71 b
P3_ND	11		81 b		63 c
P3_ND	13		63 c		58 c
MGT (dny/days)					
P1_D	10	55 a		55 a	
P1_ND	11		27 c		30 c
P1_ND	13		30 b		39 b
P1_ND	15		28 c		31 c
P2_D	10	78 a		72 a	
P2_ND	11		29 b		31 b
P2_ND	13		31 b		31 b
P2_ND	15		27 c		29 c
P3_D	10	52 a		50 a	
P3_ND	9		27 b		27 b
P3_ND	11		23 c		29 b
P3_ND	13		27 b		31 c

Vzcházivost bukvic na záhonech (2011, 2012, 2013) a ve skleníku (2013)

Bukvice skladované tři měsíce v dormantním stavu byly po stratifikaci vysety v květnu 2011 na záhony spolu s bukvicemi, skladovanými v nedormantním stavu 1,5–3 měsíce. Vzcházivost bukvic skladovaných jako dormantní (21–31 %) i jako nedormantní (10–44 %) byla velmi nízká. Zatímco bukvice oddílu P1 skladované v dormantním stavu vzcházely lépe než bukvice stratifikované před skladováním, opačná situace byla zaznamenána u oddílu P2. Stratifikace po dobu 13 nebo 15 týdnů provedená po sběru významně snížila vzcházivost skladovaných nedormantních bukvic oddílů P1 a P3 (obr. 2). Po více jak roce skladování (2012) vzešlo na záhonech více bukvic skladovaných v nedormantním stavu (10–55 %) než bukvic skladovaných ve stavu dormantním (26–46 %). Zatímco bukvice oddílu P1 skladované jako nedormantní vzcházely po všech variantách předosevní přípravy maximálně do 15 %, oddíly P2 a P3 si po nejkratší předosevní přípravě (9–11 týdnů) stále udržely vzcházivost cca 50 %. Avšak prodloužením předosevní přípravy na 13 či 15 týdnů vzcházivost i u těchto oddílů klesla pod 30 % (obr. 2). V roce 2013 byly oddíly bukvic skladovaných v dormantním a nedormantním stavu vysety po více jak dvou letech skladování do skleníku a na záhony. Ve skleníku vzcházely bukvice skladované jako dormantní v průměru lépe (43–68 %) než skladované bukvice nedormantní (22–69 %). Na záhonech průměrná vzcházivost skladovaných nedormantních bukvic všech tří oddílů poklesla na 13–45 % (obr. 2). Prodloužení stratifikace snížilo vzcházivost u skladovaných nedormantních oddílů P1 (28 % záhony) a P2 (56 % skleníků, 33 % záhony) (obr. 2). Z důvodu nedostačujícího množství skladovaných dormantních bukvic byl vyset pouze oddíl P1, který dosáhl vzcházivosti o 10 % vyšší než u bukvic skladovaných v nedormantním stavu (obr. 2).

DISKUSE

Stratifikace prováděná před skladováním je vhodná pouze pro vysoce kvalitní oddíly s klíčivostí nad 80 % (SUSZKA et al. 1994). Pro méně kvalitní oddíly je vhodnější předosevní příprava po skladování – před sítí (SUSZKA 1979). Naše oddíly vykazovaly po sběru vysokou životnost (85–87 %) i klíčivost (83–91 %) (tab. 1), tudíž byly vhodné pro testování v následujících třech letech. Vysušením bukvic dochází ke zkrácení průměrné doby klíčení o 3–4 týdny ve srovnání s čerstvými bukvicemi (SUSZKA et al. 1994; THOMSEN 1997; PROCHÁZKOVÁ et al. 2000, 2002). V našich pokusech se vysušením zkrátila doba klíčení bukvic při zkoušce klíčivosti o 1–2 týdny oproti surovině. Bukvice dvou oddílů, P1 a P3, byly méně dormantní. Zkouška klíčivosti suroviny trvala 8 týdnů, vysušením se snížila ještě o 1 týden. Naproti tomu surovina oddílu P2 se vyznačovala hlubokou dormancí, bukvice klíčily pomalu (MGT 10 týdnů) a ani po vysušení nedošlo k urychlení klíčení. Délka stratifikace všech tří oddílů byla stanovena na základě zkoušky klíčivosti suroviny. Za optimální délku stratifikace se považuje doba potřebná pro vyklíčení 10 % životných bukvic při zkoušce klíčivosti, prodloužená o 2 týdny. Toto pravidlo ale neplatí univerzálně – u méně vitálních, pomaleji a pozvolněji klíčících bukvic je nutno stratifikaci prodloužit (SUSZKA et al. 1994). V našich pokusech byla stratifikace provedena po sběru ukončena po době, za kterou při zkoušce klíčivosti suroviny vyklíčilo 80 % životných bukvic, u dalších dvou variant byla tato doba ještě prodloužena o 2 nebo 4 týdny. Stratifikace bukvic po sběru tak trvala 9, 11, 13 a 15 týdnů v závislosti na dormanci jednotlivých oddílů (tab. 2). Obsah vody bukvic u všech tří oddílů během předosevní přípravy bez substrátu byl udržován mezi 28–32 %. Při tomto obsahu vody dochází v bukvicích k postupnému odbourání dormance, ale bukvice neklíčí (MULLER, BONNET-MASIMBERT 1989), a po ukončení předosevní přípravy lze bez vážného poškození snížit



Obr. 1.

Průběh klíčení oddílů semenné suroviny (SS) a semene (S) buku lesního (*Fagus sylvatica*) z roku zrání 2010

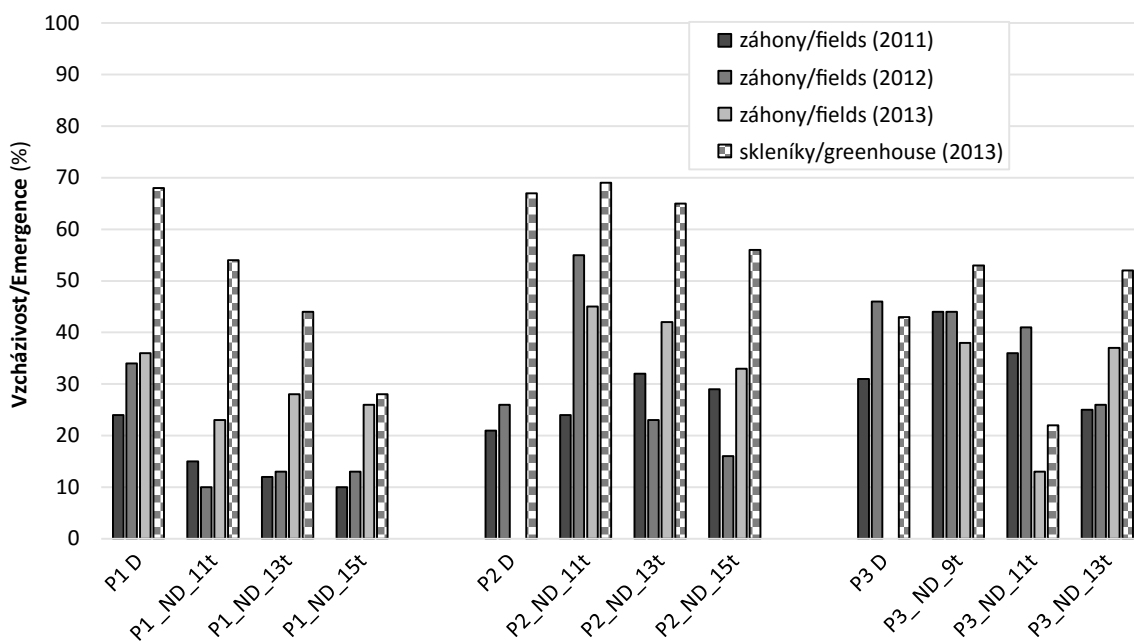
Fig. 1.

Germination of the raw material (SS) and seed (S) of *Fagus sylvatica* harvested in 2010

obsah vody pod 11 % na hodnotu vhodnou pro skladování. Pokud obsah vody v průběhu předosevní přípravy přesáhne kritickou mez 34 % (SUSZKA 1994), dochází k počáteční fázi klíčení a následné vysoušení může způsobit pokles klíčivosti až o 40 % (MULLER et al. 1999). Ve srovnání s jinými dřevinami jsou bukvice citlivější na sušení a podmínky skladování (PUKACKA, WÓJKIEWICZ 2003 ex PUKACKA, RATAJCZAK 2007). Rychlost vysoušení bukvic může také za určitých podmínek ovlivnit negativně jejich klíčivost (THOMSEN 1997). Teplota při vysoušení nesmí přesáhnout 20 °C (MULLER, BONNET-MASIMBERT 1989; MULLER et al. 1999), což bylo v případě našich oddílů bukvic dodrženo a obsah vody se na hodnotu 10 % snížil sušením při pokojové teplotě (20 °C) za 5–6 dnů. Šetrněji lze upravit vlhkost bukvic sušením ve speciálních zařízeních, ve kterých při teplotě pod 20 °C kolem bukvic cirkuluje vzduch. Snížení vlhkosti na 9 % lze také dosáhnout vysoušením bukvic při 17 °C a 45 % relativní vlhkosti na dobu 7 dnů (DERKX, JOUSTRA 1997). Vliv délky předosevní přípravy a vysoušení na klíčivost bukvic testovali MULLER, BONNET-MASIMBERT (1989). Zaznamenali, že po delší stratifikaci bukvice snížily svou klíčivost, ale klíčily rychleji. Podobně tomu bylo i u našeho oddílu P2, který na prodloužení stratifikace reagoval mírným zrychlením klíčivosti. Naopak opačný trend byl pozorován u oddílu P3, který snížil s délkou stratifikace i rychlost klíčení (tab. 4). Nelze tedy obecně tvrdit, že s prodloužením předosevní přípravy bukvice klíčí pomaleji nebo rychleji. Sníženou klíčivost o 11–30 % s prodloužením předosevní přípravy na 12 nebo 16 týdnů zaznamenali také MULLER et al. (1999) či DERKX a JOUSTRA (1997). Podobně reagovaly významně sníženou životností či klíčivostí oddíly P1 a P3 po 13 či 15 týdnech stratifikace a násled-

ném vysušení (tab. 4). Po tak dlouhé stratifikaci bylo v našich oddílech 90–100 % bukvic s odbouranou dormancí, tj. schopných klíčit. V této fázi pak vysoušení zapříčiňuje nevratné poškození semen (DERKX, JOUSTRA 1997; MORTENSEN et al. 2004). Také PUKACKA a RATAJCZAK (2013) zjistily, že vysoušení může pozastavit mnoho vnitřních procesů u semen po vystoupení z dormance, těsně před vyklíčením, což může ovlivnit jejich citlivost na skladovací podmínky. Na kvalitu (životnost a klíčivost) či rychlost klíčení bukvic skladovaných v nedormantním i dormantním stavu má vliv i délka skladování. MULLER, BONNET-MASIMBERT (1989) uvádějí, že nedormantní bukvice po stratifikaci trvající 10–12 týdnů snížily po roce a půl skladování svou klíčivost o 8–22 % a zpomalily klíčení o 1–3 dny. Další výrazný pokles v kvalitě osiva byl zjištěn po 3,5 letech skladování. Také naše oddíly bukvic skladované v nedormantním stavu měly po roce a půl skladování horší kvalitu a klíčily pomaleji (tab. 4).

Vyšší klíčivost bukvic skladovaných v dormantním stavu (85 %) oproti bukvicím skladovaným ve stavu nedormantním (73–80 %) zaznamenali MULLER, BONNET-MASIMBERT (1989) po měsíci skladování. Stejně výsledky jsme obdrželi pouze u oddílu P2, kde 4–18 měsíců skladované oddíly nedormantních bukvic mírně snížily svou životnost i klíčivost oproti oddílům skladovaným 8–20 měsíců v dormantním stavu. U zbývajících dvou oddílů (P1, P3) bylo toto snížení již výrazné (tab. 4). Bukvice oddílu P2 se po sběru i po vysušení vyznačovaly hlubokou dormancí. Semena během stratifikace pomalu vystupovala z dormance a nedocházelo zřejmě, na rozdíl od zbývajících dvou oddílů, k rychlým biochemickým změnám uvnitř semen před vyklíčením. Následně tato semena snášela lépe i samotné vysoušení. Stejná situace byla zaznamenána i u výsevů při



Poznámka/Note: D – dormantní bukvice stratifikované před sítí 10 týdnů/dormant beechnuts stratified 10 weeks before sowing; ND_9,11,13,15t – nedormantní bukvice stratifikované po sběru 9,11,13 nebo 15 týdnů/non-dormant beechnuts stratified 9,11,13 and 15 weeks after collection

Obr. 2.

Vliv délky stratifikace na vzcházejivost bukvic skladovaných v dormantním a nedormantním stavu při sítích na záhony

Fig. 2.

Effect of stratification period on the emergence rate of stored dormant and non-dormant beechnuts sown in field beds

kontrolované teplotě 20 °C. Bukvice těchto dvou oddílů, skladované jako nedormantní, vzházely výrazně méně oproti bukvicím skladovaným v dormantním stavu a na prodloužení předosevní přípravy reagovaly sníženou vzházivostí (tab. 5).

Všechny oddíly bukvic byly vysety také na venkovní záhony po třech (rok 2011), dvanácti (2012) a dvaceti čtyřech (2013) měsících skladování. Průměrná vzházivost oddílů skladovaných v dormantním stavu byla ve většině případů vyšší než vzházivost oddílů skladovaných jako nedormantní i po více jak dvou letech skladování, přičemž nebylo prokázáno ani snížení vzházivosti bukvic s délkou skladování (obr. 2). Naše zjištění nepodporuje výsledky autorů MULLER, BONNET-MASIMBERT (1989) a MULLER et al. (1999), kteří uvádějí nejen průkazně vyšší vzházivost bukvic skladovaných v nedormantním stavu oproti těm, které byly skladovány jako dormantní i po dvou a půl letech skladování, ale také snížení vzházivosti obou typů bukvic v důsledku delšího skladování. Stejně jako u výsevů při kontrolovaných podmínkách (tab. 5), i na záhonech stratifikace v délce 13 nebo 15 týdnů vyústila ve snížení vzházivosti u oddílů P1 a P3 (obr. 2). Obdobná situace nastala i po roce skladování, kdy na záhonech snížily svou vzházivost po delší stratifikaci oddíly P2 a P3, skladované jako nedormantní (obr. 2). Vliv délky stratifikace na polní vzházivost nezaznamenali MULLER et al. (1999). Toto zjištění koresponduje s našimi výsledky získanými až po dvou letech skladování, kdy již vliv délky předosevní přípravy na vzházivost všech oddílů nebyl pozorován (obr. 2). Na rozdíl od venkovních výsevů na záhony byla vyšší vzházivost bukvic skladovaných v dormantním stavu dosažena u výsevů ve skleníku (43–69%; obr. 2), ale ani tady vzházivost bukvic nebyla vyšší s prodloužující se délkou předosevní přípravy.

ZÁVĚR

1. Vysušením suroviny méně dormantních bukvic se zkracuje průměrná doba klíčení o jeden týden.
2. Stratifikace bukvic po sběru by měla trvat 9–11 týdnů. Její prodloužení vede u méně dormantních bukvic ke snížení životnosti a klíčivosti.
3. Bukvice v nedormantním stavu lze skladovat i dva roky bez výrazného snížení životnosti, klíčivosti či prodloužení doby klíčení v průběhu skladování.
4. Bukvice s hlubší dormancí reagují na stratifikaci a vysoušení po sběru mírným snížením životnosti či klíčivosti a i po dvou letech skladování se jejich životnost a klíčivost výrazně nesnižuje; vzházivost dosahuje 56–69%. Výsledky naznačují, že dlouhodobě bez výrazného snížení lze v nedormantním stavu skladovat pouze bukvice s původně hlubokou dormancí. Toto zjištění je třeba podpořit dalším výzkumem.
5. Vyšší vzházivost bukvic byla dosažena po výsevech do skleníku ve srovnání s výsevy na záhony.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci projektu NAZV QI102A256. Poděkování náleží panu Ing. K. Matějkovi, CSc. – IDS za statistické zpracování dat a zaměstnankyním laboratoře Semenařská kontrola (VS Kunovice) za precizní provedení zkoušek.

LITERATURA

- ČSN 48 1211. 2006. Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu. Česká technická norma. Praha, Český normalizační institut: 56 s.
- DERKX M.P.M., JOUSTRA M.K. 1997. Dormancy breaking and short-term storage of pretreated *Fagus sylvatica* seeds. In: Ellis R.H. et al.

(eds.): Basic and applied aspects of seed biology. Proceedings of the Fifth International Workshop on Seeds. Reading, 1995. Dordrecht, Kluwer Academic Publisher: 269–278.

- FERNANDEZ H., DOUMS P., FALLERI E., MULLER C., BONNET-MASIMBERT M. 1997. Endogenous gibberellins and dormancy in beechnuts. In: Ellis R.H. et al. (eds.): Basic and applied aspects of seed biology. Proceedings of the Fifth International Workshop on Seeds. Reading, 1995. Dordrecht, Kluwer Academic Publisher: 311–321.
- GORDON A.G. 1992. Seed manual for forest trees. Forestry Commission Bulletin 83. London, HMSO: 118–121.
- GOSLING P.G. 1991. Beechnut storage. A review and practical interpretation of the scientific literature. Forestry, 64: 51–59.
- HLAVOVÁ Z., PROCHÁZKOVÁ Z. 2002. Zpracování, skladování a předosevní příprav v SZ Týniště nad Orlicí. Lesu zdar. Genetika 2002: 6–7.
- LUDWIG A. 2004. Stratifikation von Rotbuchensaatzgut – nur etwas für Spezialisten. LWF aktuell – Naturnaher Waldbau, 46: 7.
- MORTENSEN L.C., RODRÍQUEZ D. NICOLÁS G., ERIKSEN E. N., NICOLÁS C. 2004. Decline in a seed dormancy in *Fagus sylvatica* during moist prechilling. Seed Science Research, 14: 27–34.
- MULLER C., BONNET-MASIMBERT M. 1989. Breaking dormancy before storage: an improvement to procession of beechnuts (*Fagus sylvatica* L.). Seed Science and Technology, 17: 15–26.
- MULLER C., LAROPPE E., BONNET-MASIMBERT M. 1999. Further developments in the redrying and storage of prechilled beechnuts (*Fagus sylvatica* L.): effect of seed moisture content and prechilling duration. Annals of Forest Science, 56: 49–57.
- PROCHÁZKOVÁ Z., PALÁTOVÁ E., MARTINCOVÁ J. 2000. Qualität der Bucheckern aus verschiedenen Ernteebenen und Ihr Einfluss auf Lagerungsfähigkeit und Auflaufen der Samen. In: Tesař, V. (ed.): 14. Gemeinsames Waldbau-Kolloquium „Brno. Tharandt“. Brno, Mendel-Universität für Land- und Forstwirtschaft MZLU: 45–50.
- PROCHÁZKOVÁ Z., BEZDĚČKOVÁ L., MARTINCOVÁ J., PALÁTOVÁ E. 2002. Quality of beechnuts from different crop years. Dendrobology, 47: 39–42.
- PROCHÁZKOVÁ Z. 2005. Porovnání výsledků zkoušek životnosti a klíčivosti semen buku lesního. In: Sarvaš M., Sušková M. (eds.): Aktuálně problémy lesného školárstva a semenárstva 2005. Zborník referátov z medzinárodného seminára. 2.–3. marca 2005 v Liptovskom Hrádku. Zvolen, LVÚ: 35–39.
- PUKACKA S., RATAJCZAK E. 2007. Age-related biochemical changes during storage of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds. Seed Science Research, 17: 45–53.
- PUKACKA S., RATAJCZAK E. 2013. Factors influencing the storability of *Fagus sylvatica* L. seeds after release from dormancy. Plant Growth Regulation, 72: 17–27. DOI: 10.1007/s10725-013-9832-5.
- SUSZKA B. 1979. Seedling emergence of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed pre-treated by chilling without any medium at controlled hydration levels. Arboretum Kórnickie, 24: 111–135.
- SUSZKA B., MULLER C., BONNET-MASIMBERT M. 1994. Nasiona leśnych drzew liściastych od zbioru do siewu. Warszawa – Poznań: 299 s.
- THOMSEN K.A. 1997. The effect of harvest time and drying on dormancy and storability in beechnuts. In: Ellis, R.H. et al. (eds.): Basic and applied aspects of seed biology. Proceedings of the Fifth International Workshop on Seeds. Reading, 1995. Dordrecht, Kluwer: 45–51.

PRE-SOWING TREATMENT OF BEECHNUTS WITH VARIOUS DEPTH OF DORMANCY PERFORMED IMMEDIATELY AFTER COLLECTION

SUMMARY

European beech (*Fagus sylvatica* L.) is the most grown broadleaved tree species in Czech forests, and in the Czech Republic the annual demand for beechnuts is 56 tons. Dormancy can vary greatly from year to year, among seed lots as well as among seeds within a seed lot. Beechnuts are typical examples of seeds with a variable or often deep dormancy. According to the classic method, the dormancy breaking treatment is applied after storage and just before sowing (dormant beechnuts). A new method is the application of the dormancy breaking treatment immediately after seed collection, followed by drying of the pre-treated seeds and their storage (non-dormant beechnuts). This study aimed to optimize the stratification period by pre-chilling seeds for different durations and follow changes in the germination ability and emergence rate of dormant and non-dormant beechnuts during 2–3 years of storage.

Three seed lots were collected in Poland (Tab. 1). After seed collection, each seed lot was divided into halves. One half was stratified without medium for 9, 11, 13, and 15 weeks, then dried down to 10 % and stored as non-dormant seeds. The other part was dried down to 10 % after seed collection, then stored and stratified for 10 weeks before sowing (dormant seeds, Tab. 2). Viability, germination capacity and mean germination time were tested after 8–20 months of storage in dormant state and after 4–18 months of storage in non-dormant state. Seed lots stored in dormant state had significantly higher viability and germination capacity compared to beechnuts stored in non-dormant state. Viability and germination capacity significantly decreased with prolonged stratification (Tab. 4). For mean germination time and duration of stratification an ambiguous relationship was observed (Tab. 4).

At a constant temperature of 20 °C the emergence rate of stored dormant seed lots P1, P2 and P3 (73–86 %) was significantly higher than emergence rate of stored non-dormant seed lots P1, P3 (59–75 %), and did not differ from seed lot P2 (66–70 %; Tab. 5).

In order to determine seedling emergence rate in the nursery, the beechnuts were sown in March or April in a greenhouse, and in April or May in the field. After two years the stored dormant beechnuts emerged in greenhouse more (43–68 %) than stored non-dormant beechnuts (22–69 %). In field beds the average emergence rate of stored non-dormant beechnuts of all three seed lots dropped to 13–45 % (Fig. 2). Good germination capacity and emergence rate of the non-dormant beechnuts was reported after 9–11-week stratification. The beechnuts with deeper dormancy responded to stratification and drying after seed collection by slight reduction of viability, germination capacity and emergence rate.

Zasláno/Received: 16. 1. 2015

Přijato do tisku/Accepted: 13. 8. 2015