

KLÍČIVOST STRATIFIKOVANÝCH SEMEN A VZCHÁZIVOST NESTRATIFIKOVANÝCH SEMEN A PLODŮ KALINY TUŠALAJE, BRSLENU EVROPSKÉHO A KLOKOČE ZPEŘENÉHO

GERMINATION OF STRATIFIED SEEDS AND EMERGENCE OF NON-STRATIFIED SEEDS AND FRUITS OF *VIBURNUM LANTANA*, *EUONYMUS EUROPAEUS* AND *STAPHYLEA PINNATA*

LENA BEZDĚČKOVÁ - JANA ŘEZNÍČKOVÁ - ZDEŇKA PROCHÁZKOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice

ABSTRACT

This paper presents results of experiments lasting over 3 years (2006 - 2008) to determine the best stratification conditions for overcoming dormancy in the seeds of the wayfaring tree (*Viburnum lantana*), European euonymus (*Euonymus europaeus*) and European bladdernut (*Staphylea pinnata*). The experiments compared the effects of different pre-sowing treatments (stratification) on seed germination, specifically different combinations of duration and temperature of warm (10, 15, 20 or 30 °C depending on species) and cold (4 °C) stratification periods. Total period of stratification ranged from 3 to 6.5 months. The effect of seed soaking in detergent (in 10 ml/l solution for 3 days at 4 °C) and removing of the fleshy pulp (aril) before stratification on germination or seedling emergence of *Euonymus* seeds were also investigated. Germination of stratified seeds sown in spring was compared to field emergence of non-stratified seeds or fruits sown immediately after summer or autumn collection.

Klíčová slova: *Viburnum*, *Euonymus*, *Staphylea*, semena, plody, klíční klid, stratifikace, klíčivost, vzcházivost

Key words: *Viburnum*, *Euonymus*, *Staphylea*, seeds, fruits, dormancy, stratification, germination, field germination

ÚVOD

Keřové patro představuje zejména z hlediska mimoproductních funkcí důležitou složku lesních ekosystémů. Ani u běžných druhů našich domácích keřů nejsou většinou k dispozici metodiky předosevní přípravy pro zajištění optimální výtěžnosti osiva. Lze to zřejmě přičítat nižšímu hospodářskému významu těchto dřevin a také jisté komplikovanosti při předosevní přípravě jejich semen.

Semena kaliny tušalaje (*Viburnum lantana* L.), brslenu evropského (*Euonymus europaeus* L.) a klokoče zpeřeného (*Staphylea pinnata* L.) vykazují fyziologickou dormanci způsobenou inhibitory klíčení. U kaliny a zřejmě i brslenu je tento typ klíčního klidu kombinován i s morfologickou dormancí, tj. nedostatečně vyvinutým embryem v době zralosti semen (ŠNAJPERK 1954, BASKIN, BASKIN 2001, BARBOUR 2004). Od typu dormance se odvíjejí požadavky na předosevní přípravu (stratifikaci) semen. Obecně je pro překonání vlivu inhibitorů zpravidla nutné působení nízkých teplot (0 - 5 °C), k odstranění morfologické dormance dochází při vyšší teplotě (20 - 30 °C). V konkrétních postupech předosevní přípravy pro semena zmiňovaných druhů se ovšem dostupné literární zdroje do značné míry rozcházejí (KOLÁŘOVÁ et al. 2006).

Pro kalinu tušalaj je tak někdy doporučována pouze studená stratifikace trvající 2 - 12 měsíců (LEHOTSKÝ 1952 ex ŠNAJPERK 1954, SMITH 1952 ex GILL, POGGE 1974, Les Semences de Puy 2003), jindy teplo-studená stratifikace o celkové délce 3 - 13 měsíců (VINCENT 1965, USDA Forest Service 1948 ex GILL, POGGE 1974, DDR-Standard 1987 ex SCHUBERT 1999, MARZIALETTI 1999) s různým vzájemným poměrem teplé a studené fáze. Nejednotnost je i v názorech

na teplotu při teplé fázi stratifikace, ta se může pohybovat v rozmezí 17 - 30 °C. Dobrých výsledků klíčivosti po stratifikaci při 5 °C po 3 či 4 měsíce dosáhl NEKRASOV (1985), který také zaznamenal vliv klimatických podmínek místa původu (provenience) osiva na celkovou délku stratifikace. Podle DENA (1993) semena kalin obsahují dva či více inhibitorů, které se odbourávají při různých teplotách (např. při cca 21 °C nebo při 4 - 5 °C) a jedná se tedy o multicyklickou klíčivost. Pro odstranění klíčního klidu doporučuje semena vystavit přesně stanovenému sledu těchto teplot (tedy stratifikaci s určitým počtem teplých a studených fází). Nevýhodou kombinované teplo-studené stratifikace semen kaliny tušalaje je předčasné nakličování převážně v průběhu teplých fází. Při zahájení stratifikace studenou fází může vyklíčit většina semen již během první teplé etapy.

Semena brslenu se vyznačují hlubokou fyziologickou dormancí. Působením vyšších teplot (9 - 10 °C) dochází v semeni k přeměně složitých cukrů na jednodušší, zárodek roste, přičemž puká vnější semenný obal (ŠNAJPERK 1954, BASKIN, BASKIN 2001). K vyklíčení semene je pak třeba teploty 0 - 5 °C (FANTA, POLNAR 1956). Kladný vliv detergentu na překonání klíčního klidu semen brslenu uvádí DENO (1993). Detergent působí podobně jako látky v zaživacím traktu ptáků, tj. umožňuje emulgaci inhibitorů tukové povahy, jež jsou pravděpodobně u semen brslenu přítomny. Záporný vliv na klíčivost semen brslenu může mít oranžový míšek. Při svém rozkladu odebírá semeni vodu a tím se zpomaluje bobtnání semene i počátek klíčení. Odstranění míšku před výsevem zvýší nejen klíčivost, ale urychlí i počátek klíčení (FANTA, POLNAR 1956).

Semena klokoče se vyznačují velmi nízkou klíčivostí v prvním roce po výsevu. Semena často přeléhají, někdy i déle než 18 měsíců (HUXLEY 1992). Plody se mají po sklizni mírně prosušit, semena vyluštit a stratifikovat (ŠNAJPERK 1954, WALTER 1978). Pro překonání dormance semen klokoče se doporučuje studená stratifikace v délce 4 - 5 měsíců (HUXLEY 1992, WALTER 1997, BURKART 2000) nebo častěji teplo-studená stratifikace o celkové délce 6 - 8 měsíců (DIRR, HEUSER 1974 ex YOUNG, YOUNG 1992, HEES-BOUKEMA 1993, PIOTTO, DI NOI 2003). Teplotu pro jednotlivé fáze stratifikace však žádný z těchto autorů neuvádí. TYLKOWSKI (2007) uvádí, že čerstvá neprosušená semena klokoče s vlhkostí nad 30 % vyžadují dlouhou teplo-studenou stratifikaci s teplou fází nejméně 12 týdnů následovanou studenou fází trvající 20 týdnů. Prosušením semen před stratifikací na obsah vody 11,3 % lze délku celkové stratifikace zkrátit. TYLKOWSKI dosáhl 50% klíčivosti skladovaných semen, když po stratifikaci při 15 - 25 °C snížil u semen klokoče obsah vody na 10 - 14 % a poté prosušená semena mechanicky skarifikoval a stratifikoval při 3 °C. Skarifikaci tvrdého obalu klokoče pomocí kyseliny sírové doporučují DIRR a HEUSER (1974 ex YOUNG, YOUNG 1992) i HESS-BOUKEMA (1993).

V praxi je poměrně častý sběr semen „za zelena“ koncem léta a jejich okamžité vysetí. Vysévají se celé či rozdrčené plody (WALTER 1978, GORDON, ROWE 1982). V literatuře však chybí údaje umožňující porovnání klíčivosti či vzházivost plodů vysetých „za zelena“ a semen po předosevní přípravě.

Vzhledem k mnohdy značně se lišícím metodám předosevní přípravy semen kaliny tušalaje, brslenu evropského a klokoče zpeřeného doporučených literaturou se naše práce zaměřila především na ověření těchto postupů předosevní přípravy a jejich porovnání s podzimními sjiemi nestratifikovaných semen nebo plodů a sjií za zelena s cílem vybrat nejvhodnější způsoby použitelné v naší semenářské a školkařské praxi.

MATERIÁL A METODIKA

Sběr a zpracování plodů

- Kalina tušalaj

Osivo kaliny tušalaje bylo získáno ze dvou lokalit (Buchlovice a Kunovice) vždy sběrem z jednoho keře. Sběr proběhl v roce 2006 ve třech termínech: pro výsev za zelena byly plody sbírány ještě

před plnou zralostí začátkem a koncem srpna (7.- 8. 8. a 23.- 24. 8. 2006), plně vyzrálé plody se sbíraly v polovině října (16. - 17. 10. 2006). U podzimního sběru byla polovina plodů ponechána bez zpracování, z druhé poloviny peckovic byla semena získána macerací. Plody se máčely ve vodě při pokojové teplotě (21 °C) po dobu 24 - 48 hodin. Poté se změkklé dužnaté obaly ručně rozmačkaly a voda s částečně odstraněnou dužninou se slila. Zbylá dužnina se odstranila protíráním semen na síť pod tekoucí vodou. Čistě vyluštěné osivo se rozprostřelo na síto asi v 1 cm silné vrstvě a nechalo se ve stínu při teplotě 21 °C proschnout 24 - 48 hodin. Během sušení se semena alespoň 1x denně promíchala, aby stejnoměrně prosychala. Plody ze sběru v srpnu (sběr za zelena) a říjnu byly vysety vždy druhý den po sběru.

- Brslen evropský

Sběr tobolek brslenu evropského se uskutečnil v druhé polovině září 2007 na třech lokalitách (tab. 1). Plody z lokality Nezdenice a Uherské Hradiště byly sebrány vždy z jednoho keře, zatímco na lokalitě Staré Město byla vytvořena směs ze dvou keřů. Sesbírané plody se ponechaly přibližně 48 hodin při pokojové teplotě (21 °C) proschnout, potom byla semena z tobolek oddělena drhnutím na sítu. U části semen byl odstraněn aril (míšek) jemným roztíráním semen na síť pod tekoucí teplou vodou (cca 30 °C). Poté byla semena sušena při pokojové teplotě 24 hodin.

- Klokoč zpeřený

U klokoče zpeřeného bylo stejně jako u kaliny použito osivo sesbírané vždy z jednoho keře na dvou lokalitách (Kunovice a Strážnice) během října 2006 (tab. 1). Semena byla z tobolek ručně vyloupana a prosušena při pokojové teplotě 24 hodin.

Semena všech dřevin až do zahájení předosevní přípravy byla skladována v uzavřených PVC obalech ve 4 ± 2 °C. Počáteční kvalita osiva (obsah vody, životnost a absolutní hmotnost) byla určena podle ČSN 48 1211 (2006) (tab. 1).

Předosevní příprava

Semena všech tří keřů byla stratifikována se substrátem. Před stratifikací byla semena přibližně 24 hodin při pokojové teplotě máčena ve vodě, u brslenu jedna varianta v roztoku detergentu (uvedeno dále). Po slítí vody byla semena smíchána s vlhkým rašelino-písčítým (1 : 1) substrátem s vlhkostí 30 - 35 % a uložena do PVC sáčků. Semena v uzavřených sáčcích byla inkubována buď

Tab. 1.

Přehled osiva použitého v experimentech a jeho počáteční obsah vody, životnost a absolutní hmotnost

List of seeds used for experiments and its initial moisture content, viability and 1,000 seeds weight

Dřevina/ Shrub species	Oddíl/ Seedlot	Nadmožská výška/ Altitude above sea level (m)	Datum sběru/ Collection date	Obsah vody/ Moisture content (%)*	Životnost/ Viability (%)*	Absolutní hmotnost/ 1,000 seeds weight (g)*
<i>Viburnum lantana</i>	Buchlovice	234	16. 10. 2006	29,2	83	34,6
	Kunovice	198	17. 10. 2006	27,6	75	35,1
<i>Euonymus europaeus</i>	Nezdenice	245	18. 9. 2007	34,1	91	63,3
	Uherské Hradiště	179	23. 9. 2007	28,6	73	52,8
	Staré Město	205	29. 9. 2007	32,3	95	64,8
<i>Staphylea pinnata</i>	Kunovice	198	12. 10. 2006	33,8	76	441,5
	Strážnice	177	17. 10. 2006	29,2	90	495,9

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

Tab. 2.

Přehled experimentálních variant
Experimental design

Varianta/Treatment	Teplá stratifikace/ Warm stratification		Studená stratifikace při 4 °C/ Cold stratification at 4 °C
	Délka/Duration (m)	Teplota/Temperature (°C)	Délka/Duration (m)
<i>Viburnum lantana</i>			
3m_4 °C	n	n	3
5m_4 °C	n	n	5
1m_20 °C + 2m_4 °C	1	20	2
2m_20 °C + 3m_4 °C	2	20	3
3m_20 °C + 2m_4 °C	3	20	2
2m_15 °C + 3m_4 °C	2	15	3
3m_15 °C + 2m_4 °C	3	15	2
Síje plodů za zelena/Sowing of immature green fruits (8. - 9. 8. 2006)	n	n	n
Síje plodů za zelena/Sowing of immature green fruits (24. - 25. 8. 2006)	n	n	n
Podzimní síje nestratifikovaných plodů/Fall sowing of non-stratified fruits (17. - 18. 10. 2006)	n	n	n
Podzimní síje nestratifikovaných semen/Fall sowing of non-stratified seeds (20. 10. 2006)	n	n	n
<i>Euonymus europaeus</i>			
3,5m_10 °C + 3m_4 °C_A	3,5	10	3
3,5m_10 °C + 3m_4 °C_AD	3,5	10	3
3,5m_10 °C + 3m_4 °C	3,5	10	3
Podzimní síje semen s arilem/Fall sowing of seeds with aril (17. - 19. 10. 2007)	n	n	n
Podzimní síje semen s arilem ošetřených detergentem/Fall sowing of seeds with aril treated with detergent (17. - 19. 10. 2007)	n	n	n
Podzimní síje semen bez arilu/Fall sowing of seeds without aril (17. - 19. 10. 2007)	n	n	n
<i>Staphylea pinnata</i>			
1m_20 °C + 5m_4 °C	1	20	5
3m_20 °C + 3m_4 °C	3	20	3
5m_20 °C + 1m_4 °C	5	20	1
1m_30 °C + 5m_4 °C	1	30	5
3m_30 °C + 3m_4 °C	3	30	3
5m_30 °C + 1m_4 °C	5	30	1
Podzimní síje nestratifikovaných semen/Fall sowing of non-stratified seeds (24. 10. 2006)	n	n	n

m = měsíc/month; n = nepoužito/not applied

při 4 ± 2 °C (studená stratifikace) nebo při 10, 15, 20 nebo 30 ± 2 °C (teplá stratifikace) podle druhu keře. Během stratifikace bylo osivo v sáčcích každý týden cca pět minut provzdušňováno, přitom byla počítána a odstraňována semena s klíčkem větším než 5 mm, která (předčasně) vyklíčila. Po ukončení stratifikace byla všechna nevyklíčená semena vyseta do plastových nádob 10 x 8 x 5 cm se stratifikačním substrátem (viz výše) a umístěna na venkovní plochu, kde byla zavlažována podle potřeby. Klíčivost byla hodnocena každý týden a klíčící semena (klíček > 5 mm) byla odstraňována.

• Kalina tušalaj

Semena ve čtyřech opakováních po 100 kusech byla inkubována ve tmě při 4 °C (studená stratifikace) a při 15 nebo 20 °C (teplá stratifikace). Celková doba stratifikace trvala 3 - 5 měsíců. Bylo ověřeno 7 variant (tab. 2). Samotná studená stratifikace při 4 °C probíhala 3 nebo 5 měsíců. Při teplo-studené stratifikaci byla semena nejdříve inkubována 2 nebo 3 měsíce při 15 °C nebo 1 - 3 měsíce při 20 °C. Následující studená fáze trvala 2 - 3 měsíce. Stratifikace byla postupně zahajována podle celkové délky variant od prosince

2006 do dubna 2007. Sijí nevyklíčených semen proběhla v květnu 2007, pokus byl ukončen v srpnu 2007.

• Brslen evropský

Pro všechny varianty ve čtyřech opakováních po 100 kusech byla vybrána stratifikace trvající šest a půl měsíce, jež se při předběžných pokusech v letech 2006 - 2007 jevila jako nejlepší (data nepublikována). Semena byla nejdříve inkubována 3,5 měsíce při 10 °C (teplá stratifikace) a poté 3 měsíce při 4 °C (studená stratifikace). Byly ověřeny 3 varianty: semena bez arilu (míšku), semena s arilem a semena s arilem, máčena 3 dny při 4 °C v roztoku detergentu (10 ml/l vody) (tab. 2). Jako detergent byl použit saponát s aktivní látkou phenoxyethanol a benzisothiazolinone. Proti napadení houbami byla semena všech variant před stratifikací či před podzimním výsevem ošetřena přípravkem MERPAN 80 WDG (účinná látka captan 80 %). Stratifikace byla zahájena v říjnu 2007 a ukončena počátkem dubna 2008 venkovní sítí. Pokus byl ukončen v květnu 2008.

• Klokoč zpeřený

Vzhledem k menšímu počtu semen byla u každé varianty použita čtyři opakování po 25 kusech. Semena klokoče byla vystavena teplo-studené stratifikaci lišící se teplotou teplé fáze (20 nebo 30 °C)

a délkou teplé i studené fáze (1 – 5 měsíců). Přehled všech 6 variant s celkovou délkou 6 měsíců je v tabulce 2. Stratifikace byly zahájeny v listopadu 2006 a ukončeny v dubnu 2007, kdy byla všechna semena vyseta ve venkovních podmínkách. Pokus byl ukončen v květnu 2008.

• Ověření stupně zralosti semen klokoče zpeřeného

U čerstvých semen klokoče sebraných v druhé polovině října roku 2008 (Boleradice, 206 m n. m, Ždánicko) bylo provedeno vyhodnocení stupně zralosti. Semena (4 x 35 ks) s obsahem vody 35,3 % byla 24 hodin máčena ve vodě při 21 °C. Následující den byl pomocí svěráčku mechanicky narušen tvrdý obal. Semena byla po vyjmutí z obalu opět máčena ve vodě dalších 24 hodin. Poté byla vypreparována embrya, která byla na vlhkém filtračním papíru v Petriho misce (průměr 20 cm) inkubována při střídavé teplotě 20/30 °C (16/8 hod) v klíčící skříní MLR 350 H (SANYO Electric, Co. Ltd., Japonsko). Jako kontrolní varianta byla po mechanické skarifikaci inkubována za stejných podmínek embrya i s endospermem (4 x 20 ks). Po 19 dnech byla jako semena zralá vyhodnocena embrya s protaženým klíčkem (klíček > 5 mm) a zelenými dělohami.

Tab. 3.

Celková a předčasná klíčivost stratifikovaných semen vysetých na jaře 2007 a vzcházivost plodů a semen kaliny tušalaje ze sítí v srpnu a říjnu 2006. Data jsou průměrem čtyř opakování po 100 semenech. Pro určení signifikantních rozdílů ($p < 0,05$) mezi stratifikacemi byla použita ANOVA a Scheffého test (StatSoft, Inc. 2005).

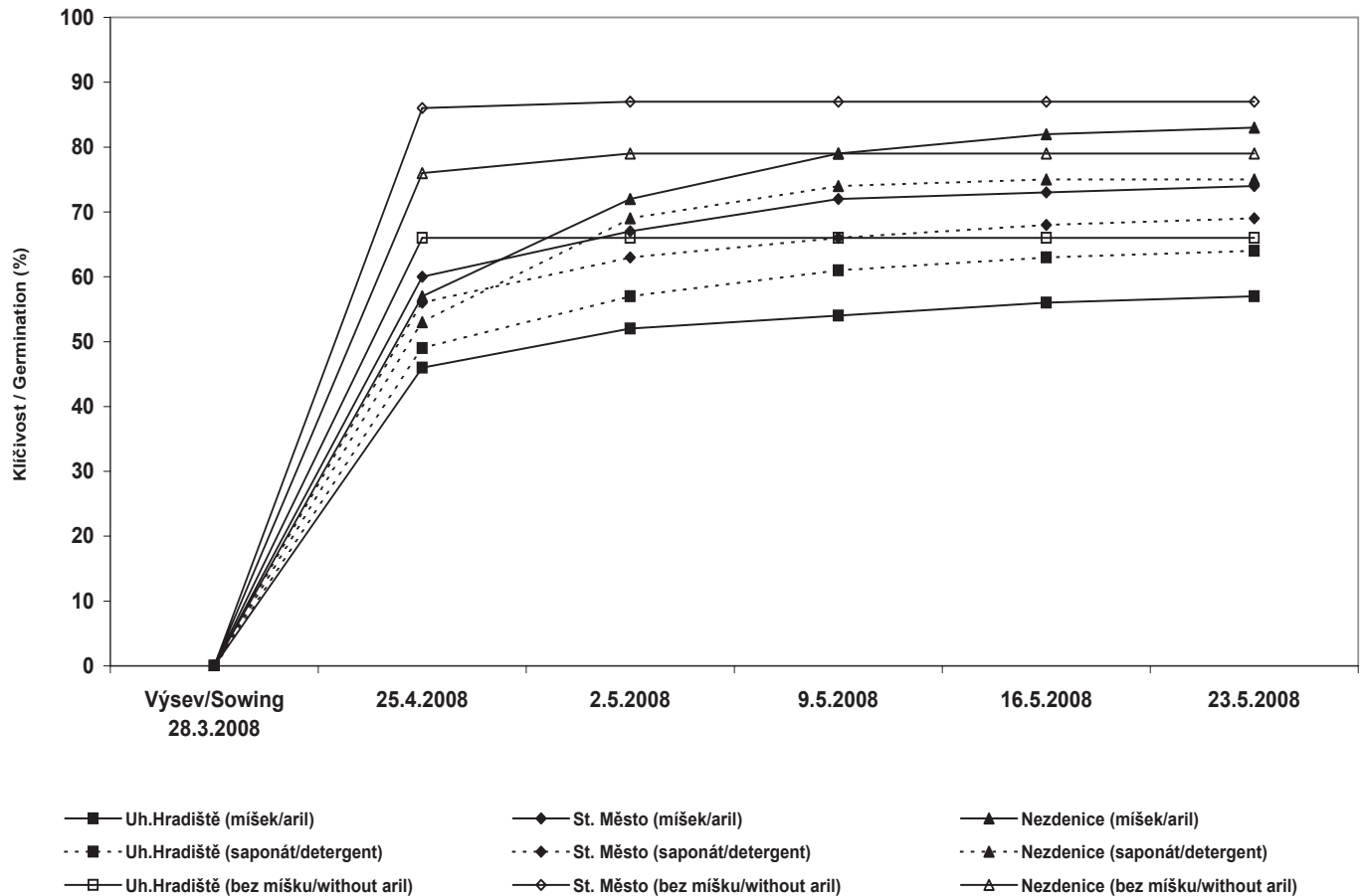
Germination capacity and precocious germination of stratified seeds sown in spring 2007 and seedling emergence of fruits and seeds of *Viburnum lantana* sown in August and October 2006. Data are the average of four replicates of 100 seeds. The ANOVA was used to determine significant differences ($p < 0.05$) among treatments and the means were compared using the Scheffe test (StatSoft, Inc. 2005).

Varianta/Treatment	Provenience/Provenance			
	Kunovice		Buchlovice	
	Klíčivost/ Germination capacity (%)	Předčasná klíčivost/ Precocious germination (%)	Klíčivost/ Germination capacity (%)	Předčasná klíčivost/ Precocious germination (%)
3m_4 °C*	16 a	0	23 a	0
5m_4 °C	18 a	0	22 a	0
1m_20 °C + 2m_4 °C	48 bc	0	58 bc	0
2m_20 °C + 3m_4 °C	59 bcd	28 a	63 bcd	31 a
3m_20 °C + 2m_4 °C	68 d	31 a	73 bcd	36 a
2m_15 °C + 3m_4 °C	63 cd	7 b	78 d	10 bc
3m_15 °C + 2m_4 °C	64 cd	11 bc	76 cd	17 c
Vzcházivost/Seedling emergence (%)				
Sijí plodů za zelena/Sowing of immature green fruits (8. - 9. 8. 2006)	16 a	n	21 a	n
Sijí plodů za zelena/Sowing of immature green fruits (24. - 25. 8. 2006)	48 bc	n	57 b	n
Podzimní sijí nestratifikovaných plodů/Fall sowing of non-stratified fruits (17. - 18. 10. 2006)	14 a	n	32 a	n
Podzimní sijí nestratifikovaných semen/Fall sowing of non-stratified seeds (20. 10. 2006)	43 b	n	65 bcd	n

m = měsíc (délka studené nebo teplé stratifikace)/month (duration of warm or cold stratification)

• Příklad/Example: 3m_4°C = stratifikace 3 měsíce při 4 °C/stratification for 3 months at 4 °C

n = nepoužito/not applied



Graf 1.

Průběh klíčení stratifikovaných semen brslenu evropského po sji na jaře 2008

Germination capacity of stratified seeds of *Euonymus europaeus* sown in spring 2008

Tab. 4.

Klíčovost stratifikovaných semen po sji na jaře 2008 a vzházivost nestratifikovaných semen brslenu evropského z podzimní sje 2007. Data (výsledky klíčovosti a vzházivosti v roce 2008) jsou průměrem čtyř opakování po 100 semenech. Pro určení signifikantních rozdílů ($p < 0,05$) mezi stratifikacemi byla použita ANOVA a Scheffého test (StatSoft, Inc. 2005).

Germination capacity of stratified seeds sown in spring 2008 and seedling emergence of non-stratified seeds of *Euonymus europaeus* sown in fall 2007. Data (germination and emergence in 2008) are the average of four replicates of 100 seeds. The ANOVA was used to determine significant differences ($p < 0.05$) among treatments and the means were compared using the Scheffé test (StatSoft, Inc. 2005).

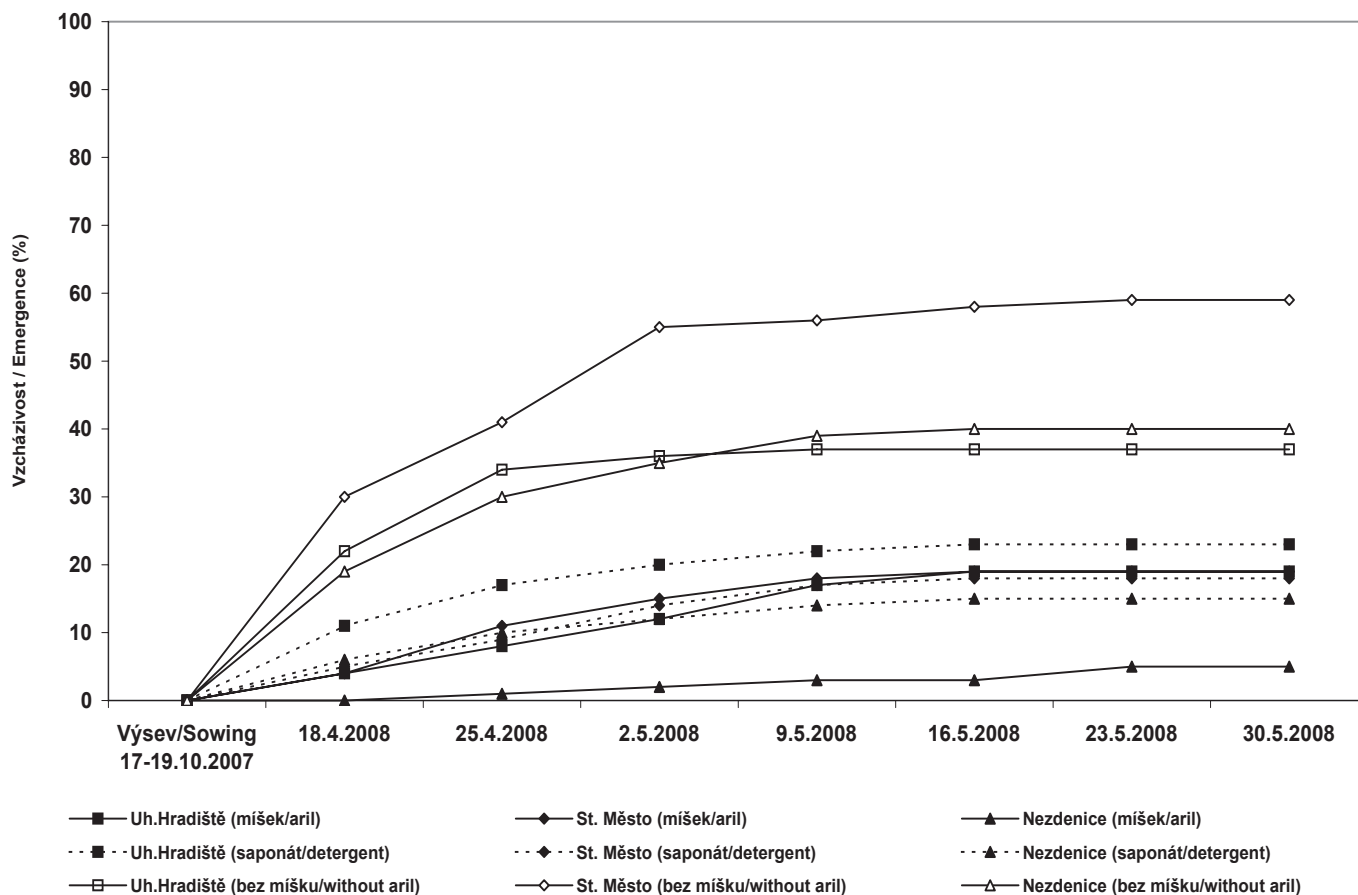
Varianta/Treatment	Provenience/Provenance		
	Uherské Hradiště	Staré Město	Nezdenice
	Klíčovost/Germination capacity (%)		
3,5m_10 °C + 3m_4 °C_A*	58 bc	74 bc	83 c
3,5m_10 °C + 3m_4 °C_AD**	64 c	69 bc	75 c
3,5m_10 °C + 3m_4 °C***	66 c	87 c	79 c
	Vzházivost/Seedling emergence (%)		
Podzimní sje semen s arilem/ Fall sowing of seeds with aril (17. - 19. 10. 2007)	19 a	19 a	5 a
Podzimní sje semen s arilem ošetřených detergentem/Fall sowing of seeds with aril treated with detergent (17. - 19. 10. 2007)	23 a	18 a	15 a
Podzimní sje semen bez arilu/ Fall sowing of seeds without aril (17. - 19. 10. 2007)	37 ab	59 b	40 b

m = měsíc (délka studené nebo teplé stratifikace)/month (duration of warm or cold stratification)

*Stratifikace semen s arilem 3,5 měsíce při 10 °C následovaná 3 měsíci při 4 °C/Stratification of seeds with aril for 3.5 months at 10 °C followed with 3 months at 4 °C

**Stratifikace semen s arilem ošetřených detergentem/Stratification of seeds with aril treated with detergent

***Stratifikace semen bez arilu/Stratification of seeds without aril



Graf 2.

Průběh vzházivosti nestratifikovaných semen brslenu evropského z podzimní sje 2007
Seedling emergence of non-stratified seeds of *Euonymus europaeus* sown in fall 2007

Nestratifikované plody a semena – sje a hodnocení vzházivosti

Data sje nestratifikovaných semen nebo plodů jsou uvedena v tabulce 2. Nestratifikované celé plody (kalina) nebo semena (kalina, brslena a klokoč) byly vysety do plastových nádob 10 x 8 x 5 cm s komerčním substrátem AGRO CZ (pH 5 - 7) a umístěny ve venkovních podmínkách. U jednotlivých dřevin byl použit stejný počet semen u opakování jako u variant předosevní přípravy. Byla hodnocena vzházivost, semenáčky s prvními pravými lístky byly počítány každý týden a pokus byl ukončen v době, kdy tři týdny po sobě nevyšel již žádný semenáček.

Statistická analýza

Pro určení vlivu jednotlivých faktorů (provenience a varianty ošetření) a jejich vzájemné interakce byla data vyhodnocena vícefaktorovou analýzou variance (ANOVA). Průměry byly porovnány za použití Scheffého testu (StatSoft, Inc. 2005).

VÝSLEDKY

Kalina tušalaj

Životnost semen z obou lokalit zjištěná vitálním barvením v trifenylnyltetrazolium chloridu byla 75 a 83 %, obsah vody těsně po vylúštění semen 27,6 a 29,2 % (tab. 1). Klíčivost semen stratifikovaných pouze při 4 °C bez ohledu na délku stratifikace (3 nebo 5 měsíců) byla signifikantně ($P < 0,05$) nižší ve srovnání s variantami teplo-studené stratifikace. Nejlépe klíčila semena, která byla stratifikována buď 2 až 3 měsíce při 15 °C a poté další 3 nebo 2 měsíce při 4 °C nebo 3 měsíce při 20 °C a další 2 měsíce při 4 °C (tab. 3). Po stratifikaci trvající celkem 3 měsíce byla klíčivost nižší než u variant s celkovou délkou 5 měsíců. Nebyl zjištěn významný rozdíl v klíčení semen při aplikaci 15 nebo 20 °C v teplé fázi teplo-studených variant stratifikace. Negativním projevem aplikace 20 °C během teplé fáze ale bylo předčasné klíčení semen během stratifikace, snížení teploty na 15 °C se projevilo poklesem předčasně naklíčených semen (tab. 3). Během studené či krátké tříměsíční teplo-studené stratifikace nebyla pozorována žádná předčasně vyklíčená semena během stratifikace.

Významně nižší vzházivost plodů ze sběru za zelena počátkem srpna (16 až 21 %) ukazuje na nedostatečnou zralost semen. Plody ze sběru koncem srpna dosáhly již podstatně vyšší vzházivosti

Tab. 5.

Klíčivost stratifikovaných semen, vysetých na jaře 2007, a vzcházivost nestratifikovaných semen klokoče zpeřeného z podzimní sje 2006. Data (klíčivost a vzcházivost v roce 2008) jsou průměrem čtyř opakování po 25 semenech. Pro určení signifikantních rozdílů ($p < 0,05$) mezi stratifikacemi byla použita ANOVA a Scheffeho test (StatSoft, Inc. 2005).

Germination capacity of stratified seeds sown in spring 2007 and seedling emergence of non-stratified seeds of *Staphylea pinnata* sown in fall 2006. Data (germination and emergence in 2008) are the average of four replicates of 25 seeds. The ANOVA was used to determine significant differences ($p < 0.05$) among treatments and the means were compared using the Scheffé test (StatSoft, Inc. 2005).

Varianta/Treatment	Provenience/Provenance	
	Kunovice	Strážnice
	Klíčivost/Germination capacity (%)	
1m_20 °C+ 5m_4 °C*	8 a	24 ab
3m_20 °C + 3m_4 °C	17 ab	25 ab
5m_20 °C + 1m_4 °C	68 b	48 ab
1m_30 °C + 5m_4 °C	32 ab	49 ab
3m_30 °C + 3m_4 °C	47 ab	50 ab
5m_30 °C + 1m_4 °C	63 ab	54 ab
	Vzcházivost/Seedling emergence (%)	
Podzimní sje nestratifikovaných semen/Fall sowing of non-stratified seeds (24. 10. 2006)	50 ab	34 ab

m = měsíc (délka studené nebo teplé stratifikace)/month (duration of warm or cold stratification)

* Příklad/Example: 1m_20°C + 5m_4°C = stratifikace 1 měsíc při 20 °C následovaná 5 měsíci při 4 °C/stratification for 1 month at 20 °C followed with 5 months at 4 °C

(tab. 3). Vzcházivost nestratifikovaných zralých semen vysetých na podzim se pohybovala mezi 43 až 65 % a byla signifikantně vyšší než u výsevu celých plodů (14 až 32 % (tab. 3).

Brslen evropský

Životnost semen z lokality Staré Město a Nezdenice po vylučení byla vysoká (přes 90 %). Osivo z lokality Uherské Hradiště mělo životnost o 20 % nižší (poškození semen hmyzem) a také mělo nižší obsah vody než semena ze Starého Města a Nezdenic (tab. 1). Ponechání míšku (arilu) a máčení semen s míškem v detergentu nemělo žádný významný vliv na klíčivost stratifikovaných semen (tab. 4). Semena bez míšku ale vyklíčila během 5 týdnů, zatímco semena s míškem potřebovala k vyklíčení 8 týdnů (graf 1). Vzcházivost nestratifikovaných semen vysetých na podzim byla významně nižší ve srovnání s klíčivostí stratifikovaných semen vysetých na jaře (tab. 4). Vliv saponátu se neprojevil ani zde, ale odstranění míšku zvýšilo vzcházivost u všech tří oddílů, z toho u oddílu St. Město a Nezdenice signifikantně (tab. 4, graf 2).

Klokoč zpeřený

Životnost semen z lokality Strážnice, kde sběr proběhl o týden později (17. 10.), byla o 14 % vyšší než u semen z lokality Kunovice, i když semena měla nižší obsah vody (tab. 1). Semena, stratifikovaná v teplé fázi při 20 °C po siji na jaře 2007 vůbec nevyklíčila a přežela až do dalšího roku. Zvýšení teploty z 20 na 30 °C při 5 měsících teplé fáze vedlo ke klíčivosti 7 - 14 % semen již první rok po siji. Ještě více semen (20 - 44 %) prvním rokem vyklíčilo při zkrácení teplé fáze na 1 - 3 měsíce při 30 °C s následným prodloužením studené fáze na 3 - 5 měsíců. Tabulka 5 uvádí klíčivost semen klokoče až druhý rok po siji (v roce 2008). Mezi jednotlivými

variantami nebyly zjištěny významné rozdíly u semen pocházejících ze Strážnice. U osiva z Kunovic byl signifikantní rozdíl v klíčivosti pouze u semen stratifikovaných 1 měsíc při 20 °C a poté 5 měsíců při 4 °C a u semen, u kterých byla stratifikace při 20 °C prodloužena na 5 měsíců a studená fáze zkrácena na 1 měsíc (tab. 5). Celkově ale byla vyšší klíčivost u variant s teplou fází při 30 °C, i když rozdíly mezi jednotlivými variantami nebyly signifikantní. Prodloužení teplé fáze při 30 °C z 1 na 5 měsíců se projevilo ve zvýšení klíčivosti (tab. 5).

Nestratifikovaná semena vysetá na podzim 2006 následující rok vůbec nevyklíčila, přežela až do roku 2008. Vzcházivost byla 34 - 50 % (tab. 5).

Při hodnocení stupně zralosti semen byla embrya po mechanickém narušení semenných obalů vypreparována z endospermu a umístěna na filtračním papíře při 20 - 30 °C (16 h tma/8 h světlo). Po osmi dnech bylo pozorováno protažení klíčků a zelenání děložních listků embryí, zatímco kontrolní embrya s endospermem se začínala rozkládat. Po 19 dnech u 79 % embryí došlo k protažení klíčku a zezelenání děloh, 21 % embryí bylo poškozeno během skarifikace a velmi náročné extirpace, což způsobilo ve vlhkém a teplém prostředí jejich mortalitu. Kontrolní embrya s endospermem nevyklíčila a do konce pokusu všechna shnila.

DISKUSE

Kalina tušalaj

Postupy předosevní přípravy kaliny tušalaje, doporučené různými autory, se značně liší: od samotné studené stratifikace (2 do 12 měsíců) po teplo-studenou stratifikaci o celkové délce 3 - 13 měsíců

s různým vzájemným poměrem teplé a studené fáze a různou teplo-
tounou teplé fáze (LEHOTSKÝ 1952 ex ŠNAJPERK 1954, SMITH 1952 ex
GILL, POGGE 1974, VINCENT 1965, NEKRASOV 1985, MARZIALETTI
1999, Les Semences de Puy 2003 a další). Např. NEKRASOV (1985)
dosáhl dobrých výsledků klíčivosti u semen tušalaje po studené strati-
fikaci v délce 3 nebo 4 měsíců při 5 °C. V našich pokusech s osivem
z nadmořské výšky 198 a 234 m (tab. 1) ale semena stratifikovaná při
4 °C po dobu 3 nebo 5 měsíců klíčila podstatně hůře než po teplo-
studené stratifikaci (tab. 3). Stratifikovaná semena, která nevyklíčila
během prvního roku po siji (2007), byla ponechána ve venkovních
podmínkách až do srpna následujícího roku (2008). U semen strati-
fikovaných pouze při 4 °C se klíčivost, která byla pouze 16 - 23 %
v roce 2007, zvýšila na 28 - 42 % v roce 2008. Semena tak prav-
děpodobně prodělala „dodatečnou“ předosevní přípravu, pozitivně
zřejmě působily vyšší teploty během letního období v roce 2007,
které nahradily teplou fázi stratifikace. K podobnému zvýšení klí-
čivosti druhým rokem po siji došlo i u teplo-studené stratifikace
o celkové délce 3 měsíce (data neuvedena). Nejlepších výsledků jsme
dosáhli po 5 měsících teplo-studené stratifikace se 2 měsíci při 15 °C
následovaných 3 měsíci při 4 °C (tab. 3). Nebyl zjištěn významný
rozdíl v celkové klíčivosti semen při jejich inkubaci při 20 °C nebo
15 °C během teplé fáze, ale teplota 15 °C se projevila významným
snížením předčasného klíčení semen během stratifikace. Teplota
při teplé fázi u teplo-studené stratifikace se tedy jeví jako důležitý
faktor, ovlivňující předčasnou klíčivost semen během stratifikace.
Zatímco naše semena v teplé fázi stratifikace při 15 °C předčasně
klíčila pouze 7 - 17 %, zvýšení teploty na 21 °C během teplé fáze
může podpořit předčasnou klíčivost až na 78 - 91 % (DENO 1993).
V praxi se mnohdy používá výsev semen před plnou zralostí - za
zelena (WALTER 1978, GORDON, ROWE 1982, DIRR, HEUSER 1987).
Semena tušalaje, vysetá ve fázi přechodu od mléčné ve voskovou
zralost, mohou dosáhnout až 100% vzházivosti (TITUS 1940 ex
GILL, POGGE 1974). Výsev může ale být problematický vzhledem
ke stanovení aktuálního stavu zralosti semen (GILL, POGGE 1974).
V našich pokusech byla signifikantně nižší vzházivost ze sije začá-
tkem srpna (16 - 21 %) ve srovnání se siji z posledního srpnového
týdne (48 - 57 %). Počátkem srpna byly plody červeně zbarveny
a semena se ještě nacházela z větší části ve stadiu mléčné zralosti.
U části plodů vysetých koncem srpna se barva oplodí změnila již
z červené na černou a vzhledem k prokazatelně vyšší vzházivosti
bylo zřejmě minimálně 50 % semen ve voskové zralosti. Vzházivost
těchto sije za zelena byla srovnatelná se vzházivostí nestratifikova-
ných semen vysetých na podzim (43 - 65 %) nebo s klíčivostí semen
po některých variantách teplo-studené stratifikace (tab. 3). Zralé
plody, vyseté na podzim, ale klíčily a vzházely podstatně hůře než
sije za zelena nebo podzimní sije zralých nestratifikovaných semen.
Pokud se uvažuje o siji celých plodů, měly by se po sběru nechat
prosušnout, aby se zabránilo jejich zapaření (GILL, POGGE 1974).
Plody pro podzimní výsev v našich pokusech byly po sběru dva až tři
dny prosušeny při teplotě 21 °C. Přesto vzházivost byla nízká, což
bylo zřejmě zapříčiněno vlivem inhibitorů v oplodí.

Brslen evropský

Pro semena brslenu starší literatura nejčastěji doporučuje teplo-
studenou stratifikaci s 0,5 - 3 měsíci teplou a 2 - 6 měsíci studenou
fází (LEHOTSKÝ ex ŠNAJPERK 1954, SCHUBERT 199-, HEES-BOUKE-
MA 1993, LARSON 1998, SCHUBERT 1999, PIOTTO, DI NOI 2003),
případně samotné chlazení v délce až 8 měsíců (MARZIALETTI 1999,
BURKART 2000). V našich předchozích pokusech samotné chlazení

přesušených semen brslenu nebylo účinné pro překonání dormance,
neboť část semen přežela do dalšího roku. Ovšem ani ve druhém
roce po siji nedosahovalo množství vyklíčených semen příliš vyso-
kých hodnot (2 - 32 %, KOLÁŘOVÁ, BEZDĚČKOVÁ 2008). Naopak
po teplo-studené stratifikaci s 3,5 měsíci při 10 °C následovanými
3 měsíci při 4 °C semena klíčí již prvním rokem po výsevu. Jelikož
semena ztrácejí vitalitu především při delší inkubaci semen v teple,
tedy v prostředí optimálním pro rozvoj plísní, použily jsme na ošet-
ření semen s míškem i bez míšku fungicidní přípravek MERPAN
80 WDG, což se projevilo pozitivním efektem při potlačení plísní
během stratifikace.

Vliv saponátu na zvýšení klíčivosti semen uvádí DENO (1993).
Máčením semen ve vodě po dobu jednoho měsíce, za současné-
ho několikaminutového proplachování v saponátu (přesné složení
se neuvádí) 1x týdně, dosáhl po následné stratifikaci ve venkovních
podmínkách 45% klíčivost v prvním roce po výsevu a dalších 15 %
semen vyklíčilo v roce následném. Naproti tomu semena máčená 7 dní
ve vodě bez detergentu nevyklíčila vůbec. Výsledky našich pokusů
s aplikací saponátu na stratifikovaná semena s míškem (arilem) i nestrati-
fikovaná semena s míškem, vysetá na podzim, nepotvrdily pozitivní
vliv saponátu na klíčivost nebo vzházivost semen brslenu.

Odstranění dužnatého míšku také neprokázalo významné zlepšení
klíčivosti stratifikovaných semen vysetých na jaře, ale nestratifikova-
vaná semena bez míšku vysetá na podzim dosáhla významně vyšší
vzházivosti než semena s ponechaným míškem (tab. 4). Semena
bez míšku dosáhla konečné vzházivosti o 3 týdny dříve než semena
s míškem (graf 2). Pozitivní vliv odstranění míšku na klíčivost nestrati-
fikovaných semen prokázali také FANTA a POLNAR (1956) a TAKOS
a EFTHIMIOU (2003).

Norma ČSN 48 1211 (2006) nebo RUDOLF (1974) uvádějí prům-
ěrnou klíčivost semen brslenu mezi 70 - 80 %. Této hodnotě
se nejvíce přiblížila klíčivost stratifikovaných semen ze sběrů v loka-
litě Staré Město (69 - 87 %) a Nezdenice (75 - 83 %), zatímco semena
z Uherského Hradiště měla klíčivost nižší (58 - 66 %, tab. 4), což bylo
způsobeno napadením semen hmyzem.

Klokoč zpeřený

Literatura neuvádí příčiny dormance semen klokoče, pouze
HESS-BOUKEMA (1993) píše o „dvojím klíčním klidu“ těchto semen.
Pravděpodobně se jedná o klíční klid způsobený tvrdými semenný-
mi obaly a zároveň inhibitory klíčení. Při hodnocení zralosti semen
sbíraných v polovině října 2008 jsme po osmi dnech inkubace pozoro-
valy protažení klíčků a zelenání děložních lístků embryí, zatímco
kontrolní embrya s endospermem se začínala rozkládat. Po 19 dnech
u všech embryí, nepoškozených během náročné skarifikace a pre-
parace, došlo k protažení klíčků a zezelenání děloh. Naproti tomu
všechna embrya s endospermem (kontrola) během pokusu uhynula.
Tyto výsledky potvrzují dostatečnou morfoloickou zralost semen
klokoče sbíraných v polovině října s plně vyvinutými embryi. Inhi-
bitory klíčení, jež jsou zřejmě u klokoče uloženy v endospermu,
blokovaly aktivitu enzymů podmiňujících klíčení semen. Embrya
s ponechaným endospermem proto neklíčila a při teplotě 20/30 °C,
ve které pokus probíhal, byla rozložena mikroorganismy.

Přítomnost tvrdého osemení nemusí naznačovat potřebu mecha-
nického předosevního ošetření (skarifikace), neboť mnoho tvrdých
semen má v osemení vodní kanálky (DENO 1993), které umožňují
přísun vody k embryu. V našich předchozích pokusech (data nepub-
likována) byla semena klokoče s obsahem vody nad 30 % před zahá-
jením teplo-studené stratifikace se substrátem mechanicky skarifi-

kována (obal semen byl naprasknut ve svěráčku). Vlivem vlhkého a teplého prostředí během teplé fáze stratifikace došlo k rozvoji hub a plísní, které pronikly prasklým osemněním k endospermu a během dlouhé předosevní přípravy rozložily celé semeno. K těmto závěrům dospěl i TYLKOWSKI (2007), který se skarifikací semen klokoče během předosevní přípravy podrobněji zabýval ve svých pokusech. Zjistil, že skarifikace semen s vyšším obsahem vody způsobila ve vlhkém substrátu znehodnocení embrya. Naopak skarifikace semen až po teplé fázi stratifikace a snížení obsahu vody semen na 10 - 14 % významně urychlily klíčivost a zkrátily celkovou délku předosevní přípravy. Obsah vody v semenech klokoče hraje při odbourávání dormance důležitou roli. Podle TYLKOWSKÉHO (2007) se celková klíčivost semen prokazatelně zvýšila snížením obsahu vody semen po sběru před zahájením stratifikace na 11,3 %. Semena v našich pokusech měla obsah vody 29 - 34 %, což zřejmě bylo příčinou nízké nebo nulové klíčivosti v prvním roce po výsevu. Byla-li semena stratifikována po dobu 6 měsíců s teplou fází 1, 3 nebo 5 měsíců při 20 °C s následnou studenou fází 5, 3 a 1 měsíc, klíčivost semen se zvýšila až druhým rokem po výsevu. Semena přeležela až do dalšího roku, přičemž během léta prvního roku mohlo dojít k periodickému prosušení semen, po kterém následovala studená stratifikace během zimního období. Semena obou oddílů klíčila nestejnoměrně a jejich klíčivost byla ukončena až po 18 měsících, což je doba, kterou uvádí také HUXLEY (1992). Semena klíčila lépe, když teplota 20 °C během teplé fáze stratifikace byla nahrazena vyšší teplotou 30 °C. Pozitivním jevem byla u těchto variant klíčivost již v prvním roce po výsevu (až 44 % semen). I když semena byla zpočátku ve vlhkém substrátu plně hydratovaná, u některých semen zřejmě došlo při vyšší teplotě 30 °C k mírnému prosušení a snížení vlhkosti, což mohlo mít stejný efekt na klíčivost, jak uvádí TYLKOWSKI (2007).

ZÁVĚR

Na základě výsledků našich pokusů vyplývají následující doporučení:

Kalina tušalaj

1. Studená stratifikace v celkové délce 3 až 5 měsíců je pro překonání klíčivého klidu semen kaliny tušalaje nedostačující.
2. Snížení teploty z 20 na 15 °C v teplé fázi při teplo-studené stratifikaci vede k poklesu předčasné klíčivosti semen při zachování stejné vysoké klíčivosti. Doporučená teplota pro teplou fázi je 15 °C.
3. Doporučená předosevní příprava semen kaliny tušalaje je teplo-studená stratifikace trvající celkem 5 měsíců: 2 měsíce při 15 °C + 3 měsíce při 4 °C nebo 3 měsíce při 15 °C + 2 měsíce při 4 °C.
4. Pro sji za zelena je potřeba sbírat plody v období, kdy oplodí mění barvu červenou na černou. Doba sběru a okamžitá sje je podle průběhu počasí během dozrávání nejdříve koncem srpna, lépe v 1. polovině září.
5. Podzimní sje semen dává vyšší vzházivost než podzimní sje celých plodů (nedoporučuje se).

Brslen evropský

1. Doporučená předosevní příprava semen brslenu evropského je 6,5 měsíce teplo-studená stratifikace: 3,5 měsíce při 10 °C + 3 měsíce při 4 °C.
2. Odstranění dužnatého míšku ze semen významně zvýšilo klíčivost u nestratifikovaných semen vysetých na podzim, zatímco u semen stratifikovaných zkrátilo dobu klíčení. Doporučuje se míšek ze semen před výsevem či stratifikací odstranit.
3. Celková klíčivost semen po stratifikaci byla významně vyšší než vzházivost po podzimním výsevu nestratifikovaných semen.
4. Máčení semen s ponechaným míškem v saponátu nezvýšilo klíčivost.

Klokoč zpeřený

1. Semena klíčila nejlépe po 6 měsících dlouhé teplo-studené stratifikaci s teplou fází 1, 3 nebo 5 měsíců při 20 °C následovaných 5, 3 nebo 1 měsícem při 4 °C až ve druhém roce po výsevu. První rok po výsevu byla klíčivost velmi malá nebo nulová a většina semen přeležela do dalšího roku.
2. Zvýšení teploty z 20 na 30 °C v teplé fázi stratifikace se projevilo v klíčení semen již v prvním roce po výsevu, i když dosažené hodnoty byly nízké.

Poděkování:

Výzkum byl proveden v rámci výzkumného záměru MZe č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“. Poděkování patří recenzentům za cenné připomínky a pracovním laboratoře Semenařské kontroly za technickou výpomoc.

LITERATURA

- BARBOUR J. Dormancy of trees and shrubs [online]. [cit. 12. července 2004]. <<http://www.ntsl.fs.fed.us/Dormancy.ppt>>.
- BASKIN C. C., BASKIN J. M. 2001. Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press: 666 s. ISBN 0-12-080263-5.
- BURKART A. 2000. Kulturblätter. Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Samenausbeute und zur Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL: 98 s.
- ČSN 48 1211 2006. Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin. Český normalizační institut: 56 s.
- DENO N. C. 1993. Seed germination theory and practice. Pennsylvania, Self-published.
- DIRR M. A., HEUSER M. W. 1987. The reference manual of woody plant propagation,. In: Plants for a future: *Viburnum lantana* [online]. [cit. 12. července 2004]. <http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Viburnum+lantana>.
- FANTA J., POLNAR M. 1956. Generativní rozmnožování brslenu evropského (*Eonymus europaea*. L.). Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, 11: 107-118.
- GILL J. D., POGGE L. 1974. *Viburnum* L. In: Schopmeyer C. S. (ed.): Seeds of woody plants in the United States. Washington, DC, Forest Service, USDA: 844-850.
- GORDON A. G., ROWE D. C. F. 1982. Seed manual for ornamental trees and shrubs. Forestry Commission Bulletin, 59: 120-128.
- HEES-BOUKEMA E. M. 1993. Het zaaien van houtige boomkwekerijgewassen. Informatie en Kennis Centrum Akker - en Tuinbouw, Afdeling Boomteelt, Boskoop: 207 s.
- HUXLEY A. 1992. The new RHS dictionary of gardening. In: Plants for a future: *Staphylea pinnata*. [online]. [cit. 12. července 2004]. <http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Staphylea+pinnata>.
- KOLÁŘOVÁ P., BEZDĚČKOVÁ L. 2008. Ověření metod předosevní přípravy semen některých domácích druhů keřů (ptačí zob, kalina, brslen). Zprávy lesnického výzkumu, 53: 37-51.
- KOLÁŘOVÁ P., BEZDĚČKOVÁ L., PROCHÁZKOVÁ Z. 2006. Sběr, předosevní příprava, skladování a hodnocení jakosti semen vybraných druhů keřů: literární rešerše. Zprávy lesnického výzkumu, 51: 97-105.
- LARSON R. A. 1998. Propagation woody plants by seed. American nurseryman, 188: 39-43.
- Les Semences du Puy. 1999-2003. [online]. [cit. 9. července 2004]. <www.semencesdupuy.com/1F735-Viburnum-Lantana.html>.
- MARZIALETTI P. 1999. La propagazione per seme di alcune piante ornamentali [online]. [cit. 13. července 2004]. <www.cespevi.it/art/propseme.htm>.
- NEKRASOV V. I. 1985. Dormancy variation of introduced woody plants seeds. In: Nather J. (ed.): Proceedings of the International Symposium on Seed Problems under Stressfull Conditions. Vienna and Gmunden, Austria, June 3.-8. 1985: 239-242.
- PIOTTO B., DI NOI A. (ed.). 2003. Seed propagation of Mediterranean trees and shrubs. Roma, APAT: 108 s.
- RUDOLF P. O. 1974. *Euonymus* L. In: Schopmeyer, C. S. (ed.): Seeds of woody plants in the United States. Washington, DC, Forest Service, USDA: 393-397.
- SCHUBERT J. 1999. Lagerung und Vorbehandlung von Saatgut wichtiger Baum- und Straucharten. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen (LÖBF): 183 s.
- STATSOFT, INC. 2005. STATISTICA Cz [Softwarový systém na analýzu dat], verze 7.1. www.StatSoft.Cz
- ŠNAJPERK R. 1954. Lesní semenářství. Praha, SZN: 332 s.
- TAKOS I. A., EFTHIMIOU G. 2003. Germination results on dormant seeds of fifteen tree species autumn sown in a Northern Greek nursery. *Silvae Genetica*, 52: 67-70.
- TYLKOWSKI T. 2007. Stratification conditions determining seed dormancy release of European bladder nut (*Staphylea pinnata* L.). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 76: 95-101.
- VINCENT G. 1965. Lesní semenářství. Praha, SZN: 330 s.
- YOUNG J. A., YOUNG Ch. G. 1992. Seeds of woody plants in North America. Portland, Dioscorides Press: 407 s.
- WALTER V. 1978. Rozmnožování okrasných stromů a keřů. Praha, SZN: 367 s.

GERMINATION OF STRATIFIED SEEDS AND EMERGENCE OF NON-STRATIFIED SEEDS AND FRUITS OF *VIBURNUM LANTANA*, *EUONYMUS EUROPAEUS* AND *STAPHYLEA PINNATA*

SUMMARY

Shrubs are used as firewood and fence posts, but they are especially important as non-wood-producing components of forests such as the production of fruits and berries that are consumed by humans and wildlife. The purpose of our work was to determine the best stratification conditions for overcoming dormancy in the seeds of the wayfaring tree (*Viburnum lantana*), European euonymus (*Euonymus europaeus*) and European bladdernut (*Staphylea pinnata*).

The effect of the temperature on the germination of extracted seeds of *Viburnum lantana* was studied for three years. Two seed lots were exposed to cold (three or five months) and/or warm (one, two or three months) – cold (two or three months) stratification. Germination (16 - 23%) of *Viburnum lantana* seeds after cold stratification at 4 °C was significantly lower compared to the warm-cold stratification treatments. The best germination (63 - 78 %) was achieved in the warm-cold stratification treatments running five months with two or three months at 15 °C followed by three or two months at 4 °C or three months at 20 °C followed by two months at 4 °C. A temperature of 15 °C resulted in a decrease in premature germination (7 - 17%) during stratification compared to a rate of 28 - 36 % for seeds kept at 20 °C. Germination of field-sown, immature, green fruits sown early in August was significantly lower (16 - 21%) compared to fruits sown in late August (48 - 57%). Sowing of extracted, non-stratified seeds in the autumn resulted in significantly higher seedling emergence (43 - 65%) than occurred for fall sown, non-stratified fruits (14 - 32%).

The effect of the temperature on germination of extracted seeds of *Euonymus europaeus* was studied for two years. Three seed lots were exposed to warm-cold stratification with three and a half months at 10 °C followed by three months at 4 °C. These treatments were done with: (i) seeds with the aril removed, (ii) seeds with the aril intact and (iii) seeds with aril, soaked three days in detergent at 4 °C. The results showed that there was no significant effect of the detergent on germination of stratified seeds (germination 64 - 75%). Seeds with the aril removed germinated within a period of five weeks, whereas seeds with the aril intact needed eight weeks. The treatments for fall sown, non-stratified seeds were the same as for stratified seeds. Treating seeds with detergent did not increase their emergence, but removing the aril from seeds increased emergence in all three seed lots. Total emergence of non-stratified seeds was markedly lower (5 - 59%) compared to germination of stratified seeds (58 - 87%).

The effect of the temperature on germination of extracted seeds of *Staphylea pinnata* was studied for three years. Two seed lots were exposed to warm (one, three or five months) – cold (one, three or five months) stratification. The temperatures for the warm period of stratification were either 20 or 30 °C. Seeds exposed to six-month warm-cold stratification with one to five months at 20 °C did not germinate until the second season after sowing (8 - 68%). An increase in temperature from 20 to 30 °C caused a non-significant increase in total germination of seeds (32 - 63 %) whereas some of the seeds germinated (7 - 44 %) as early as the first spring after sowing. Overall, field-sown seeds resulted in 34 - 50 % seedling emergence in the second year following fall sowing. To evaluate the maturity of fresh *Staphylea* seeds the embryos were removed from the endosperm and placed on filter paper at 20/30 °C (16 h dark/8 h light). After 19 days 79% of the embryos germinated and their cotyledons became green whereas embryos with the endosperm intact (control treatment) were dead.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Lena Bezděčková, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice
Na Záhonech 601, 686 04 Kunovice, Česká republika
tel.: 575 420 919; e-mail: bezdeckova@vulhmuh.cz