

# AKTUÁLNE PROBLÉMY V PRODUKCII SADBOVÉHO MATERIÁLU PRE SEMENNÉ SADY

Vladimír Mačejovský

**Mačejovský, V.: Current problems in the production of seedling material for seed orchards.** APOL, 2022, vol. 3, no. 2, p. 233–238.

**Abstract:** In forestry, we are limited with the work of forest seed material and therefore it is necessary to be able to choose the highest quality and most suitable material possible. Germination and germination energy of seeds are influenced by various factors, which as also the size of the seeds. The size of seeds is under a strong genetic influence and is inherited from the mother. This could be a quantitative feature that would help us in choosing a suitably selected tree as a source of seed material for a new seed orchard.

In this work, we focused on monitoring possible relationships between the size of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and winter oak (*Q. petraea*) seeds and their germination.

In the case of *Q. petraea*, there is a negative correlation between the size of the seed and its germination. This means that smaller seeds have a higher germination rate than larger ones, which contradicts the results of other studies. In the case of *P. sylvestris*, there is a positive correlation between seed size and germination, which means that larger seeds have a higher germination rate than small ones.

**Key words:** germinations; seed size; *Pinus sylvestris*; *Quercus petraea*

## Úvod

Výber správneho semenného materiálu je jedným z kľúčových aspektov pri produkcii kvalitných sadeníc pri zalesňovaní lesných plôch. Použitie lesného reprodukčného materiálu s nevhodnými kvalitatívnymi vlastnosťami môže nepriaznivo až fatálne ovplyvniť fungovanie a stabilitu budúcej lesnej populácie, čím sa môže vážne ohroziť rovnováha ekosystému celého lesného porastu.

Lesný semenný materiál je na rozdiel od hospodárskych plodín dostupný len v obmedzenom množstve, keďže dreviny nerodia semená každoročne a s rovnakou silou. Zároveň hodnoty klíčivosti lesných drevín, ktoré rozhodujú o úspešnosti nového jedinca v poraste, sú nižšie a náklady na jej zvýšenie sú príliš vysoké. Jedným zo spôsobov, ako znížiť tieto náklady, je zbierať materiál osiva s už vyššou klíčivosťou, ako je norma. Klíčivosť a energiu klíčenia ovplyvňujú rôzne faktory, ako je zdroj semenného materiálu vrátane okolitých klimatických faktorov, nutričné zásoby získané od matky, vek a spôsob prípravy semien, ale aj veľkosť semien (Gómez 2004; Pesendorfer 2015; Pandey et al. 2017). Práve veľkosť semien, ktorá je pod silným genetickým vplyvom a je dedená od matky, má vplyv na celkový vývoj nového semenáčka (Pesendorfer 2015). Má tiež vplyv na rast a produkciu biomasy (Shahi et al. 2015; Zhang et al. 2018).

Ak by sme našli aj u našich drevínach koreláciu medzi veľkosťou semien a ich klíčivosťou a produkciou biomasy, získali by sme ďalšiu kvantitatívnu vlastnosť, ktorá by nám pomohla pri výbere výberového stromu a tým získali materiál s vysokou genetickou hodnotou a tvorbou nových semenných sadov. Tvorbou nových semenných sadov, zakladaných vo vhodných podmienkach, si zabezpečíme maximálnu produkciu semien a možnosť jednoduchého obhospodarovania a ošetrovania (kvalitná pôda, dobré klimatické podmienky, rovný terén, mierny sklon, dopravná prístupnosť) (Gömöry et al. 2010). Vďaka týmto sadom a správnom výbere semenného materiálu, sme schopní produkovať kvalitatívne

vysokohodnotných jedincov s ekologicky významnou genetickou informáciou, produkujúcich ďalší semenný materiál s vysokou úrovňou klíčivosti.

Hoci priamou závislosťou medzi veľkosťou semien lesných drevín a klíčivosťou či rýchlosťou rastu nových sadeníc sa zaoberal menší počet výskumných prác, viaceré štúdie zamerané na trávy a hospodárske plodiny zistili tento vplyv medzi nutričnou zásobou semien a rýchlosťou ich rastu.

Jedným z aktuálnych príkladov potreby výberu geneticky najvhodnejšieho semenného materiálu a tvorby vysokokvalitného zalesňovacieho materiálu pomocou semenných sadov je záhorská borovica (*Pinus sylvestris*), ktorá trpí hromadným odumieraním spôsobeným komplexným pôsobením sucha, podkôrneho hmyzu či húb.

V tejto práci sme sa zamerali na sledovanie prípadných vzťahov medzi veľkosťou semien borovice lesnej (*Pinus sylvestris*) a duba zimného (*Q. petraea*) a ich klíčivosťou. Nájdenie takéhoto vzťahu by mohlo výrazne napomôcť lesníckej praxi pri zakladaní nových lesných a špecializovaných porastov, určovaní správneho podielu semien a zabezpečenie stabilného porastu s plne funkčnými jedincami produkujúcimi nadzemnú a podzemnú biomasu.

## Materiál a metodika

Skúšky kvality semien boli vykonané v laboratóriu Národného lesníckeho centra. Toto laboratórium vykonávajúce kontrolu kvality semenného materiálu pochádzajúceho z celého Slovenska je oficiálnym členom ISTA (International Seed Testing Association). Na základe vykonaných testov kvality semenného materiálu ISTA metódami sa udeľujú certifikáty potvrdzujúce požadovanú kvalitu testovaného semenného materiálu. Z databázy bolo zhromaždené výsledky skúšok kontroly kvality semien borovice lesnej (*Pinus sylvestris*) a duba zimného (*Quercus petraea*).

Kedže sa jednalo o už namerané hodnoty kvalitatívnych vlastností semien, ktoré boli robené na zákazku, zastúpenie hodnôt počas rokov nie je rovnomerné. V prípade druhu *P. sylvestris* sa jedná o hodnoty od roku 1994 do 2020, pričom najmenej testov bolo vykonaných v roku 1994 kedy bol vykonaný 1 test a najviac v roku 1997 kedy bolo vykonaných 29 testov. Hodnoty klíčivosti a energie klíčenia *Q. petraea* boli od roku 2005 do 2020. Počet vykonaných skúšok kvality v daných rokoch nie je jednotný, nakoľko množstvo semenného materiálu je ovplyvnené úrodnosťou daného roku. Najviac testov bolo vykonaných v roku 2012, kedy bolo vykonaných 24 testov a najmenej v rokoch 2015 a 2016, kedy bol vykonaný iba jeden test kvality.

Semená populácií boli prinesené do laboratória v uzavretých a zapečatených obaloch a bol skladovaný v chladiacom boxe pri teplote 4 °C, kde je pravidelne kontrolovaný na možný výskyt plesní. Testovaním kvality semien získame hmotnosť 1 000 semien, energiu klíčenia a klíčivosť, čistotu semien a v prípade potreby aj obsah vody.

Kedže priame údaje určujúce veľkosť semien skúmaných populácií (dĺžka, šírka a hrúbka) neboli zaznamenané, bol použitý nepriamy parameter hodnotiaci veľkosť semien a to hmotnosť 1 000 semien. Na základe hmotnosti boli sledované semená rozdelené do troch skupín: malé, stredné a veľké. Okrem veľkosti semien sme zisťovali, či na klíčivosť semien nemá vplyv výšková zóna miesta pôvodu testovaných semenných populácií. Výšková zóna bola určená na základe špecifického číselného kódu každej sekcie semien. Pri druhu *P. sylvestris* sa jednalo o výškové pásma 1 (0 – 200 m n. m.), 2 (201 – 400 m n. m.), 3 (401 – 600 m n. m.), 4 (601 – 800 m n. m.), 5 (801 – 1 000 m n. m.) a 6 (1 001 – 1 200 m n. m.). V prípade *Q. petraea* išlo predovšetkým len o dve výškové pásma, a to výškové pásmo 2 (201 – 400 m n. m.) a výškové pásmo 3 (401 – 600 m n. m.).

Pre štatisticky významné rozdiely medzi hodnotenými populáciami bola použitá analýza rozptylu (ANOVA) a možné korelácie medzi premennými boli určené pomocou Spearmanovho koeficientu.

## Výsledky

Z analýzy rozptylu (ANOVA) môžeme povedať, že pri rôznych veľkostiach semien sú rozdiely klíčivosti borovice lesnej štatisticky významné (tab. 1).

**Tabuľka 1.** ANOVA klíčivosti *P. sylvestris*

**Table 1.** ANOVA of germinations of *P. sylvestris*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Medzi skupinami	6 152,556	2	3 076,278	16,819	,000
V rámci skupín	70 051,610	383	182,902		
Spolu	76 204,166	385			

Pomocou Fisherovej metódy najmenej významného rozdielu (Fisher's least significant difference – LSD) sme zistili, že významný rozdiel (na úrovni 0,05) klíčivosti je iba u malých semien v porovnaní so strednými a veľkými semenami. Oproti tomu klíčivosti stredných a veľkých semien nie je významný (tab. 2).

**Tabuľka 2.** LSD klíčivosť *P. sylvestris*

**Table 2.** LSD of germinations of *P. sylvestris*

(I) Veľkosť	(J) Veľkosť	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Malé	Stredné	–9,208*	2,081	,000	–13,30	–5,12
	Veľké	–9,888*	1,745	,000	–13,32	–6,46
Stredné	Malé	9,208*	2,081	,000	5,12	13,30
	Veľké	–,680	1,723	,693	–4,07	2,71
Veľké	Malé	9,888*	1,745	,000	6,46	13,32
	Stredné	,680	1,723	,693	–2,71	4,07

\* Štatisticky významný rozdiel.

Spearmanova korelačná analýza (tab. 3) odhalila, že v pozitívnej korelácii je klíčivosť a veľkosť semien, čiže väčšie semená majú vyššiu klíčivosť ako malé. Zároveň nám analýza korelácie ukázala, že v prípade výškovej zóny a klíčivosti sa nejedná o žiadnu koreláciu, ale zase ukázala že semená borovice lesnej záporne korelujú s nadmorskou výškou, čím sa môže jednať o nepriamy vplyv nadmorskej výšky na klíčivosť semien.

**Tabuľka 3.** Spearmanova korelácia *P. sylvestris*

**Table 3.** Spearman's correlation of *P. sylvestris*

		Klíčivosť	Veľkosť	Výšk. zóna
Klíčivosť	Correlation Coefficient	1,000	,341**	–,007
	Sig. (2-tailed)	.	,000	,771
	N	1 857	1 857	1 857
Veľkosť	Correlation Coefficient	,341**	1,000	–,148**
	Sig. (2-tailed)	,000	.	,000
	N	1 857	1 857	1 857
Výšk. zóna	Correlation Coefficient	–,007	–,148**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,771	,000	.
	N	1 857	1 857	1 857

\*\* Štatisticky významný rozdiel na úrovni 0,01 (2-tailed).

Aj v prípade semien duba zimného nám analýza rozptylu (ANOVA) ukázala, že rozdiely klíčivosti medzi veľkosťami semien sú štatisticky významné (tab. 4).

**Tabuľka 4.** ANOVA klíčivosti a veľkosti semien *Q. petraea*.

**Table 4.** ANOVA of germinations of *Q. petraea*.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Medzi skupinami	5 136,146	2	2 568,073	4,584	,012
V rámci skupín	621 90,635	111	560,276		
Spolu	67 326,781	113			

Z výsledkov Fisherovej LSD metódy môžeme povedať, že tieto štatisticky významný rozdiel je medzi malými a veľkými semenami. Stredné semená nevykazujú významný rozdiel v klíčivosti (tab. 5).

Tabuľka 5. LSD klíčivosti *Q. petraea*Table 5. LSD of germinations of *Q. petraea*

(I) veľkosť	(J) veľkosť	Mean Difference (I–J)	Std. Error	Sig.	95 % Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Veľké	Stredné	–10,416	5,327	,053	–20,97	,14
	Malé	–16,384*	5,511	,004	–27,30	–5,46
Stredné	Veľké	10,416	5,327	,053	–,14	20,97
	Malé	–5,968	5,479	,278	–16,82	4,89
Malé	Veľké	16,384*	5,511	,004	5,46	27,30
	Stredné	5,968	5,479	,278	–4,89	16,82

\* Statisticky významný rozdiel.

Spearmanovou korelačnou analýzou (tab. 6) sme v prípade klíčivosti semien duba zimného zistili opačnú koreláciu a to negatívnu medzi klíčivosťou a veľkosťou semien, čo nám naznačuje, že menšie semená majú vyššiu klíčivosť ako tie väčšie. Zároveň v prípade výškovej zóny sme nezistili žiadnu koreláciu.

Tabuľka 6. Spearmanova korelácia *Q. petraea*Table 6. Spearman's correlations of *Q. petraea*

		Klíčovosť	Výšková zóna	Veľkosť
Klíčovosť	Correlation Coefficient	1	–0,175	–,227*
	Sig. (2-tailed)	.	0,062	0,015
	N	114	114	114
Výšková zóna	Correlation Coefficient	–0,175	1	0,041
	Sig. (2-tailed)	0,062	.	0,666
	N	114	114	114
Veľkosť	Correlation Coefficient	–,227*	0,041	1
	Sig. (2-tailed)	0,015	0,666	.
	N	114	114	114

## Diskusia

Pri porovnaní klíčivosti semien a ich veľkostí sme zistili, že v prípade *Q. petraea* a *P. sylvestris* existuje vzťah a korelácia medzi nimi. Rozdiel je iba v smere korelácie, v prípade *Q. petraea* ide o negatívnu koreláciu, ktorá je v rozpore s výsledkami iných štúdií a v prípade *P. sylvestris* ide o pozitívnu koreláciu.

Problému vzťahu medzi veľkosťou semien a ich vplyvom na počiatočný vývoj nového jedinca, čo súvisí s klíčením a ich následným rastom ako semenáčika, sa venovalo niekoľko štúdií. Všeobecne sa predpokladá, že väčšie semená majú sú pre druh výhodnejšie a pri klíčení vďaka väčšiemu množstvu zásobného materiálu získavajú náskok v porovnaní s menšími semenami. Táto skutočnosť bola dokázaná u viacerých druhov, napr. u *Populus deltoids* (Mishra et al. 2010), *Aesculus hippocastanum* (Daws et al. 2004), *Acer pseudoplatanus* (Daws et al. 2006), *Larix decidua* Mill. (Gorian et al. 2007), *Q. douglasii* či *Q. lobata* (Shahi et al. 2015). Niektoré štúdie však nezistili žiadnu koreláciu medzi veľkosťou semien a klíčivosťou, napr. v *Castanea sativa* Mill. (Tumpa et al. 2021). V našom prípade pozitívna korelácia veľkosti semien a ich klíčivosti vyšla v prípade druhu *P. sylvestris*, zatiaľ čo *Q. petraea* vykazuje úplný opak. Tento úkaz môže byť vysvetlený evolučnou adaptáciou druhu na prostredie v ktorom sa daný druh nachádza. *Q. petraea* sa nachádza na presušených, chudobných, kyslých plytkých kryštalických pôdach (Eaton et al. 2016), kde by bola tvorba veľkých semien pre strom energeticky a nutrične príliš náročná. Väčšie semená je možné chápať aj kontraproduktívne a môžu mať viac nevýhod ako výhod. Príkladom je vyššia atraktivita ako potravy pre zvieratá, menšia vzdialenosť prenosu vetrom podmienené vyššou hmotnosťou či iné. Preto z hľadiska adaptácie na prostredie bolo potrebné použiť evolučné mechanizmy na vytvorenie malých ľahko prenosných semien s vysokou klíčivosťou.

Hoci z výsledkov v prípade *Q. petraea* by sa dalo predpokladať, že vhodnejším semenným materiálom pri zakladaní semenných sádov či nových populácií sú malé semená a pri *P. sylvestris* zase veľké semená, treba pripomenúť, že aj keď klíčivosť je podstatnou kvalitatívnou charakteristikou, nie je konečná. Pri *Castanea sativa* (Tumpa et al. 2021) sa síce nezistila žiadna korelácia medzi veľkosťou semien a klíčivosťou, ale existovala pozitívna korelácia medzi veľkosťou semien a výškou a hrúbkou krčka semenáčikov a sadeníc. Okrem toho veľkosť semien môže ovplyvniť aj toleranciu sadeníc voči suchu (Shahi et al. 2015), reakciu na zvýšený CO<sub>2</sub> v *Picea rubens* (Jones & Reekie 2007) alebo adaptáciu iných druhov

na zmenu klímy (Kijowska-Oberc et al. 2020). Preto sú potrebné ďalšie ciele štúdie, kde by sa sledovali aj vzťahy medzi ďalšími premennými.

**Podakovanie:** Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Centrum excelentnosti lesnícko-drevárskeho komplexu LignoSilva; (kód ITMS: 313011S735), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## Použitá literatúra

- Chmelař, J., 1983: Dendrologie s ekologií lesních dřevin II. [place unknown], VŠZ Brno.
- Daws, M. I., Lydall, E., Chmielarz, P., Leprince, O., Matthews, S., Thanos, C. A., Pritchard, H. W., Daws Matthew, I., 2004: Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. *New Phytologist*, 162: 157–166.
- Daws, M. I., Cleland, H., Chmielarz, P., Gorian, F., Leprince, O., Mullins, C. E., Thanos, C. A., Vandvik, V., Pritchard, H. W., 2006: Variable desiccation tolerance in *Acer pseudoplatanus* seeds in relation to developmental conditions: A case of phenotypic recalcitrance? *Functional Plant Biology*, 33(1): 59–66.
- Eaton, E., Caudullo, G., Oliveira, S., de Rigo, D., 2016: *Quercus robur* and *Quercus petraea*. European Atlas of Forest Tree Species, p. 160–163.
- Gómez, J. M., 2004: Bigger is not always better: Conglicting selective pressures on seed size in *Quercus ilex*. *Evolution (N Y)*, 58(1): 71–80.
- Gorian, F., Pasquini, S., Daws, M. I., 2007: Seed size and chilling affect germination of *Larix decidua* Mill. seeds. *Seed Science and Technology*, 35(2): 508–513.
- Gömöry, D. et al., 2010: Genetika a šľachtenie lesných drevín. Návody na cvičenia. Zvolen, TU vo Zvolene, s. 94–96.
- Jones, T. A., Reekie, E. G., 2007: Effect of seed size on seedling growth response to elevated CO<sub>2</sub> in *Picea abies* and *Picea rubens*. *Plant Biology*, 9(6): 766–775.
- Kijowska-Oberc, J., Staszak, A. M., Kaminski, J., Ratajczak, E., 2020: Adaptation of Forest Trees to Rapidly Changing Climate. *Forests*, 11: 1–23.
- Mishra, A., Swamy, S. L., Bargali, S. S., Singh, A. K., 2010: Tree growth, biomass and productivity of wheat under five promising clones of *Populus deltoids*. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 36(2–3): 167–174.
- Pandey, R., Bargali, K., Bargali, S. S., 2017: Does Seed Size Affect Water Stress Tolerance in *Quercus leucotrichophora* A. Camus at Germination and Early Seedling Growth Stage? *Biodiversity International Journal*, 1(1): 24–30.
- Pesendorfer, M. B., 2015: The Effect of Seed Size Variation in *Quercus pacifica* on Seedling Establishment and Growth.
- Sarvaš, M., Bruchánik, R., Hoffmann, J., Chválková, K., Ježovič, V., 2010: Základné charakteristiky lesných drevín – ekologické nároky, morfológia, lesné semenárstvo a škôlkarstvo, obhospodarovanie génových základní. In: Základné charakteristiky lesných drevín. Zvolen, Národné lesnícke centrum, 82 p.
- Shahi, C., Vibhuti, V., Bargali, K., Bargali, S., 2015: How Seed Size and Water Stress Effect the Seed Germination and Seedling Growth in Wheat Varieties? *Current Agriculture Research Journal*, 3(1): 60–68.
- Tumpa, K., Vidaković, A., Drvodelić, D., Šango, M., Idžojtić, M., Perković, I., Poljak, I., 2021: The effect of seed size on germination and seedling growth in sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Forests*, 12(7).

Zhang, H., Xu, S., Pang, S., Piao, X., Wang, Y., 2018: Effect of seed size on seedling performance, yield and ginsenoside content of *Panax ginseng*. *Seed Science and Technology*, 46(2): 407–417.

---

**Adresa:**

Ing. Vladimír Mačejovský, PhD.

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 2175/22, SK – 960 01 Zvolen

e-mail: vladimir.macejovsky@nlcsk.org