

VPLYV DRUHU A PROVENIENCIE REPRODUKČNÉHO MATERIÁLU NA RAST, FENOTYPOVÚ KVALITU A VEGETAČNÚ FENOLÓGIU MLADÝCH JEDINCŮ DUBA ZIMNÉHO A DUBA LETNÉHO

THE ROLE OF A SPECIES AND PROVENANCE OF PLANTING STOCK ON GROWTH, STEM QUALITY, DAMAGE AND VEGETATIVE PHENOLOGY OF YOUNG SESSILE AND PEDUNCULATE OAKS

Roman Longauer^{1,2}, Veronika Přikrylová¹

¹Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika

²Národné lesnícke centrum – Sekcia pre vedu a výskum, T. G. Masaryka 22, 96001 Zvolen, Slovensko

Abstrakt

Príspevok hodnotí rolu druhu a proveniencie reprodukčného materiálu duba na kyslom stanovišti vo 4. lvs. (550 m n. m.) v PLO 30 Dražanská vrchovina. V odrašťajúcej kultúre 7–9 rokov po výsadbe sme v súborech jedincov patriacich k 5 provenienciám duba zimného a 4 duba letného hodnotili výškový rast, prežívanie, kvalitu kmeňkov, poškodenie, jarnú fenológiu (pučanie a rozvoj listov), tvorbu letných výhonov a ukončovanie vegetácie. Dub zimný v pokuse na hornej hranici jeho prirodzeného výskytu dosiahol väčšiu priemernú výšku, mal nižší podiel poškodených jedincov, lepšiu kvalitu kmeňkov a rašil skôr ako nepôvodný dub letný. U oboch druhov proveniencia sadbového materiálu ovplyvnila prežívanie a priebeh rašenia. U duba zimného tiež kvalitu kmeňkov a u duba letného výšku jedincov. U oboch druhov sa jedince, ktoré rašia skôr a vegetáciu ukončujú neskôr dosiahli bez ohľadu na provenienciu väčšiu výšku, majú kvalitnejšie kmeňky, dlhšie jarné výhony a vyznačovali sa menšou mierou poškodenia.

Kľúčové slová: dub zimný a letný, proveniencie, prežívanie, rast, jarná fenológia, jarné výhony, kvalita kmeňkov, poškodenie

Abstract

The paper analyses the role of species and source population (provenance) of the planting stock of sessile and pedunculate oaks in the beech forest zone (alt. 550 m) in PLO 30 Dražanská Highland, Czechia. Sets of trees representing 5 sessile oak and 4 pedunculate oak provenances were studied in a provenance trial (7–9 years after outplanting) with focus on the survival rate, growth, stem quality, damage, spring phenology (budburst and leaf flushing), lammas growth and autumn leaf senescence. In the trial located at its local altitudinal maximum, sessile oak had higher mean height, lower proportion of damaged individuals, better stem quality, and it flushed earlier than allochthonous pedunculate oak. As to the role of provenance of planting stock, it has influenced the height, survival rate, budburst and leaf development of both oak species, as well as the stem quality of sessile oak. Across the species and provenances, individuals which flushed earlier and ceased vegetation later in autumn, were higher, had better stem quality, more and longer lammas shoots, and less damage.

Keywords: sessile and pedunculate oak, provenances, survival, growth, spring and autumn phenology, lammas shoots, stem form, damage

1 ÚVOD

S prihliadnutím k prebiehajúcej klimatickej zmene je výskum adaptačnej schopnosti drevín dôležitý pre plánovanie adaptačných opatrení využívajúcich asistovanú migráciu a s tým súvisiacimi rizikami.

Práca sa zaoberá vnútrodruhovou premenlivosťou duba zimného a letného v prežívaní, raste, kvalite kmienka, poškodení a v sezónnych rastových procesoch, ktorými sú rašenie a rozvoj listov, sekundárnych dĺžkový prírastok (jánske výhony) a ukončovanie vegetácie (prefarbovanie a opad listov). Najmä jarná vegetačná fenológia, tj. doba a priebeh pučania – sú dôležitým adaptívnym znakom drevín, ktoré poškodzujú neskoré mrazy. Relatívna včasnosť-pozdnosť rašenia a rýchlosť vývoja listov je totiž u jedincov duba a väčšiny listnatých aj ihličnatých drevín pod silnou genetickou kontrolou s koeficientom dedivosti 0,95 až 1,00 (Firmat *et al.*, 2016) a dá sa povedať, že je nezávislou premennou. V konkrétnej sezóne začiatok vegetácie (nielen dubov) ovplyvňuje priebeh počasia charakterizovaný napr. sumou teplôt alebo počtom dní s určitou priemernou teplotu (viď Kremer *et al.*, 2020). Na dobe rašenia dubov a ďalších rodov čelade Fagaceae sa tiež podieľa epigenetický komponent (Zhang *et al.*, 2025, Mueller, Gailing, 2019).

Cieľom práce je posúdiť vplyv druhovej príslušnosti a proveniencie sadbového materiálu duba zimného a duba letného so zameraním prežívanie, rast, poškodenie a fenologické prejavy, ako sú pučanie a vývoj listov, jánske výhony a ukončovanie vegetácie.

2 MATERIÁL A METODY

Hodnotený pokus sa nachádza na ŠLP Křtiny, poľesí Habrůvka v Drahanskej vrchovine (PLO 30) v 4. LVS v nadmorskej výške 550 m na kyslom stanovišti s pieskovcovým podloží. Podľa údajov ČHMÚ tamojšie priemerné ročné zrážky v r. 2015–2024) dosiahli 515 mm. Pokus bol založený v r. 2016 v znáhodnenej blokovej schéme s 3 blokmi (opakovaniami). Proveniencie duba zimného a letného sú vysadené na parcelách po 36 jedincoch v spone 2 × 2 m. Použili sa voľnokorenne sadenice 5-2-2 dopestované vo vlastnej réžii. Proveniencie duba zimného pochádzajú zo Západných Karpát, proveniencie duba letného z Polabskej pahorkatiny, Dolnomoravského úvalu, stredného Považia a povodia rieky Sáva v Srbsku (Tab. 3).

V r. 2023 sme na ploche zmerali výšku a hodnotili fenotypové charakteristiky každého z 570 prežívajúcich jedincov použitím stupníc s viacerými stupňami zoradenými podľa kvality, intenzity, následnosti alebo kvantity prejavu:

- a) Tvar kmienkov: 1 – priamy, 2 – krivý, 3 – dvoják, 4 – troják, rozrastlík, 5 – viackmenný, 6 – ker.
- b) Poškodenie podľa miery dopadu: 1 – savý hmyz, 2 – hálky, defoliácia spôsobená hmyzom, oslabenie suchom, 3 – ohryz vetvičiek zverou, 3,5 – jarný mráz, 4 – vytĺkanie, zlom kmienka, 5 – neodrastanie, konkurencia buriny.
- c) Hodnotenie jarnej fenológie – stupne rašenia:
 - 0 – dormantné púčiky,
 - 1 – otvárajúce sa koncové púčiky s prvými zelenými končekmi lístkov,
 - 2 – prevládajú otvorené púčiky s vyčnievajúcimi zvinutými lístkami,
 - 3 – koncové púčiky majú prvý rozvinutý pilovitý list,
 - 4 – z koncových púčikov vyrastá niekoľko pilkovitých listov, začiatok predlžovacieho rastu,
 - 5 – prvé plne vyvinuté listy, predlžovací rast terminálnych výhonkov.
- d) Sekundárne (jánske) prírastky na hlavných vetvách: 0 – chýbajú, 1 – do polovice dĺžky jarných, 2 – do celej dĺžky jarných, 3 – jánske výhony dlhšie ako jarné.
- e) Prefarbovanie a opad listov: 0 – prevládajú zelené listy, 1 – do 50% žltých, červených a hnedých listov, 2 – väčšina listov prefarbených, čiastočný opad, 3 – listy hnedé alebo opadané.

Získané údaje sme analyzovali použitím štatistického balíka SAS (SAS Institute, 2015) analýzou variancie použitím procedúry GLM (Všeobecný lineárny model) s faktormi druh, proveniencie v rámci druhu, bloky (pokusu) a reziduálna chyba. Štatistickú významnosť Pearsonových korelačných koeficientov medzi pámi sledovaných charakteristík sme hodnotili procedúrou CORR samostatne pre dub zimný a dub letný. Posudzovali sme fenotypové korelácie, t.j. vzťahy párov charakteristík bez ohľadu na príslušnosť jedincov k rôznym provenienciám jedného a druhého druhu.

3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analýza variancie preukázala štatisticky významné rozdiely medzi dubom zimným a dubom letným v prežívaní a rašení. Rozdiely vo výške a koeficientoch tvaru jedincov sa štatistickej významnosti priblížili. V miere poškodenia, výskytu jánskych výhonov a dobe ukončovania vegetácie boli nevýznamné.

Proveniencia (rodičovská populácia) sadbového materiálu ovplyvnila štatisticky významne väčšinu sledovaných charakteristík oboch druhov dubov. U duba zimného neovplyvnila len tvorbu jánskych výhonov a ukončovanie vegetácie a u duba letného koeficient tvaru a podiel poškodených jedincov.

Tab. 1: Porovnanie priemerných hodnôt rastových a fenologických charakteristík dubov (údaje za cer zastúpený 1 provenienciou zo Srbska sú ilustračné)

Mean survival, height, stem quality, damage and phenological characteristics of oak species in the trial plot (including indicative information about 1 Turkey oak provenance from Serbia)

Drevina (Species)		Dub zimný <i>Q. petraea</i>	Dub letný <i>Q. robur</i>	Dub cer <i>Q. cerris</i>
Počet proveniencií (No. of provenances):		5	4	1
Počet hodnotených jedincov (No. of individuals):		356	213	29
Prežívanie (Survival rate)	%	62	74	81
Priemerná výška (Mean height)	cm	113	92	166
Podiel poškodených stromov (Share of damaged trees)	%	46	53	10
Koeficient tvaru jedincov (Stem quality coefficient)	min 1 – max. 5	2,68	2,87	2,02
Doba rašenia 2022 – priemer 4 hodnot. (Flushing rate 2022 – mean of 4 scores)	min. 0 – max. 4	2,40	1,54	2,44
Doba rašenia – priemer 2 hodnotení (Flushing rate 2023 – mean of 2 scores)	min. 0 – max. 4	2,69	1,79	2,93
Tvorba jánskych výhonov 2023 (Lammas growth intensity)	min. 0 – max. 3	0,94	0,85	0,62
Prefarbovanie a opad listov 2023 (Leaf senescence and fall coefficient)	min. 0 – max. 4	2,29	2,11	2,02

Tab. 2: Štatistická významnosť vplyvu druhu a proveniencie sadbového materiálu duba zimného a letného na sledované charakteristiky (** – $P > 99\%$, * – $P > 95\%$, ns – nevýznamný)

Statistical significance of the effects of oak species and of the provenance of their planting stock on studied phenotypic characteristics (** – $P > 99\%$, * – $P > 95\%$, ns – non significant)

Zdroj rozdielov (Source of differences):	Priem. výška (Mean height) (cm)	Preživ. (Survival) (%)	Koef. tvaru (Stem quality coeff.)	Rašenie (Mean flushing) 2022	Rašenie (Mean flushing) 2023	Výskyt janských výhonov (Lammas growth) 2023	Prefarb. a opad listov (Leaf senesc. & fall)
<i>Q. petraea</i> versus <i>Q. robur</i>	(*)	*	(*)	**	**	ns	ns
Proveniencie DBZ (Provenances of <i>Q. petraea</i>):	*	*	**	**	**	ns	ns
Proveniencie DBL (Provenances of <i>Q. robur</i>):	**	*	ns	**	**	**	(*)

Tab. 3: Vplyv proveniencie na sledované charakteristiky duba zimného a letného. Krajina pôvodu: Slovensko bez označenia, ²Česko, ³Srbsko

Provenance effects on the studied characteristics of sessile and pedunculate oaks. Country of origin of provenances: Slovakia without indication, ²Czechia, ³Serbia

Proveniencia (Provenance)		Priem. výška (Mean height) (cm)	Preživ. (Surviv.) (%)	Koef. tvaru (Stem quality coeff.)	Rašenie 2022 priemer (Mean flushing 2022)	Rašenie 2022 medián (Median flushing 2022)	Rašenie 2023 priemer (Mean flushing 2023)	Jánske výhony 2023 (Lammas growth 2023)	Prefarb. a opad listov (Leaf senesc. & fall)
Q. petraea	Bytča	114,2	71	2,87	2,08	1,78	2,75	1,04	2,31
	Poprad	118	72	2,59	1,63	1,19	2,6	1	2,19
	Zvolen	85	42	2,29	1,59	0,93	2,4	0,77	2,38
	Prešov	113	48	2,87	2,25	2,02	2,91	0,79	2,46
	Košice	126	44	2,65	2,38	2,21	2,71	1,08	2,15
Q. robur	Opočno ²	93	79	2,81	2,28	2,03	2	1,26	2,09
	Hodonín ²	124	89	3,08	2,92	3,07	2,12	0,84	1,81
	Žilina ²	120	36	2,89	2,04	1,75	1,73	0,85	2,25
	Sr.Mitrovica ³	44	71	2,81	2,58	2,14	1,33	0,16	2,25

3.1 Výsledky hodnotenia fenotypových korelácií

Pearsonove korelácie medzi sledovanými rastovými a fenologickými charakteristikami sme posudzovali samostatne v súboroch jedincov patriacich k 5 provenienciám duba zimného a 4 provenienciám duba letného (Tab. 4).

Vzájomný vzťah medzi dobou rašenia a výškou, kvalitou kmienkov a tvorbou jánskych výhonov bol štatisticky významný u oboch druhov. Doba rašenia s koeficientom dedivosti $h^2 = 0,90\text{--}1,00$ teda, ako prakticky nezávislá premenná, významne ovplyvňuje vývoj mladých jedincov duba.

U oboch druhov na pokusnej ploche dosahujú väčšiu výšku jedince s dlhšou vegetačnou dobou. Výška jedincov totiž koreluje ($r = 0,4\text{--}0,6$) pozitívne s včasnou rašou a negatívne s dobou ukončovania vegetácie (vyšší jedinci rašia skôr a prefarbujú a zhadzujú listy neskôr). Uvedené zvýhodnenie môže súvisieť s teplejším obdobím od založenia plochy a zanedbateľnými poškodením jarnými mrazmi na danom (náhornom) stanovišti. Včasnnejšie rašiacie jedince oboch druhov sa vyznačujú priaznivejším tvarom kmienka a častejšie vytvárajú jánske výhony, ktoré majú aj väčšiu dĺžku.

Pozitívna korelácia vytvárania jánskych výhonov s výškou jedincov poukazuje na to, že sú prejavom vitality a v odrastajúcich kultúrach duba ich prítomnosť indikuje úspešnú adaptáciu. Nepozorovali sme negatívne dôsledky tvorby jánskych výhonov, ako zimné omrzanie prípadne usychanie nevzrýchových letorastov.

Tab. 4: Korelačná matica Pearsonových fenotypových korelácií medzi párami fenotypových charakteristík. Hodnoty pre dub zimný sú uvedené nad diagonálou, pre dub letný pod ňou (** – $P > 99\%$, * – $P > 95\%$, ns – nevýznamný).

Matrix of Pearson phenotypic correlations between the studied phenotypic characteristics. Correlations for sessile oak above the diagonal, correlations for pedunculate oak below the diagonal (** – $P > 99\%$, * – $P > 95\%$, ns – non-significant)

Znak (Trait):	Výška jedincov (Height)	Výskyt jánskych výhonov (Llamas shoots)	Koef. tvaru (Stem shape)	Koef. poškod. (Damage coef.)	Rašenie 2022 priemer (Flushing mean)	Rašenie 2023 priemer (Flushing mean)	Rašenie 2023 medián (Flushing median)	Prefarb. a opad listov (Senesc. & fall)
Výška jedincov (Tree height)	x	0,45**	–0,28**	–0,32**	0,51**	0,43**	0,60**	–0,40**
Jánske výhony (Llamas shoots)	0,47**	x	–0,14*	ns	0,26**	0,20**	0,31**	–0,14**
Koeficient tvaru (Stem shape coef.)	ns	–0,26	x	0,23*	ns	ns	–0,15*	0,17**
Koef. poškodenia (Damage coefficient)	–0,33**	ns	ns	x	–0,22*	–0,23*	–0,25**	Ns
Rašenie '22 priem. (Flushing '22 mean)	0,45**	0,36**	ns	ns	x	0,53**	0,73**	–0,18**
Rašenie '23 priem. (Flushing '23 mean)	0,48**	0,37**	–0,18*	ns	0,73**	x	0,73**	–0,14**
Rašenie '23 median (Flushing '23 median)	0,44**	0,33**	ns	ns	0,70**	0,96**	x	–0,17**
Prefarb. a opad list. (Senesc. & leaf fall)	–0,33**	–0,21**	ns	ns	–0,24**	–0,26**	–0,23**	x

3.2 Hodnotenie jarných fenofáz

V 2 sezónach hodnotenia sme medzi jarnými fenofázami (vyjadrenými koeficientmi rašenia) zistili silnú medziročnú koreláciu na úrovni jedincov ($r = 0,7$). Potvrďuje, že tí istí jedinci sa v porovnaní s inými vyznačujú skorším alebo neskorším rašením aj pri posune kalendárneho dátumu začiatku vegetácie. Narozdiel od rašenia je ukončovanie vegetácie (prefarbovanie a opad listov) pod silnejším vplyvom prostredia, najmä jesenného počasia (viď. Firmat *et al.*, 2016, Kremer *et al.*, 2020).

V roku 2022 so 4 termínmi hodnotenia jarných fenofáz s rastom, kvalitou kmienkov a poškodením duba zimného tesnejšie korelovali mediány než aritmetické priemery stupňov rašenia. Fenofázy by tak postačovalo hodnotiť v 2 termínoch vtedy, keď sú najpočetnejšie fázy „1“ – otvárajúce sa púčiky, „2“ – otvorené púčiky so zvinutými lístkami a „3“ – prvý rozvinutý list.

4 ZÁVER

Informácie získané pomocou provenienčných pokusov pomáhajú pochopiť význam a vzájomné interakcie znakov a vlastností dôležitých v podmienkach klimatek zmeny. Výsledky získané na danej pokusnej ploche potvrdzujú možnosť zavádzania a pestovania duba zimného vo vyšších vegetačných stupňoch na stanovištiach podobných pokusnej ploche. Z 5 nepôvodných proveniencií duba zimného zo Západných Karpát sa parametrami zabezpečenej kultúry v prežívaní a raste vyznačovali 2 proveniencie zo severného Slovenska.

Hodnotená plocha je súčasťou pokusu, v ktorom je súbor rovnakých proveniencií vysadený súčasne na 5 miestach. Ďalšie pokusné plochy sa nachádzajú na Slovensku v Potiskej nížine, Podunajskej nížine, pohorí Tribeč severne od Nitry a v Kysuckých Beskydách v nadmorských výškach 115 až 850 m. Účelom pokusu je odhadnúť potenciál a riziká prenosu reprodukčného materiálu dubov medzi semenárskymi oblasťami a do tzv. klimatek okien vytvorených klimatekou zmenou vo vyšších nadmorských výškach.

LITERATÚRA

- BENEDÍKOVÁ, M. 2003. Výsledky hodnocení 15letých provenienčních ploch dubu. *Zprávy lesnického výzkumu*. 48(4), 182–195.
- BURIÁNEK, V., BENEDÍKOVÁ, M., MALÁ, J. 2015. Selekcce klonů dubu na odolnost vůči pozdním mrazům. *Zprávy lesnického výzkumu*. 60(1), 182–195.
- CAUDULLO, G., WELK, E., SAN-MIGUEL-AYANZ, J. 2017. Chorological maps for the main European woody species. *Data in Brief*. 12, 662–666. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007>
- FIRMAT, C., DELZON, S., LOUVET, J.-M., PARMENTIER, J., KREMER, A. 2016. Evolutionary dynamics of the leaf phenological cycle in an oak meta-population along an elevation gradient. *Journal of Evolutionary Biology*. 30(12), 2116–2131.
- ZHANG, K.-L., HUANG, S.-Y., LI, Y., CHEN, M.-X., ZHU, F.-Y. A FANG, Y.-M. 2025. Genetic and Epigenetic Views of the Adaptive Evolution of Oaks (*Quercus* L.). *Plant, Cell & Environment*. 48, 6307–6320.
- KOBLÍŽEK, J., ÚRADNÍČEK, L. 2000. Rozlišování dubů a možnosti udržení druhové čistoty v lesních porostech. *Sborník ze semináře*. Roztoky u Křivokláta: Česká lesnická společnost, 12. 9. 2000, 78 s.
- KREMER, A., HIPPEL, A. 2020. Oaks: an evolutionary success story. *New Phytologist*. 226, 987–1011.
- MUELLER, M., GAILING, O. 2019. Abiotic genetic adaptation in the Fagaceae. *Plant Biology*. 21(5), 783–795.
- PIAO, Š., LIU, Q., CHEN, A., JANSSENS, I.A., FU, Y., DAI, J., LIU, L., LIAN, X., SHEN, M., ZHU, X. 2019. Plant phenology and global climate change: Current progresses and challenges. *Global Change Biology*. 25: 1922–1940.

RZOŇCA, M. *et al.* 2015. Oak (*Quercus* spp.) specific protocols. In: *TREES4FUTURE – Designing Trees for the Future*. Trees4future. 12–15. https://www.trees4future.eu/uploads/t4fdeliverables/T4F_D21_submitted.pdf

SAS INSTITUTE. 2004. *Base SAS 9.4 Procedures Guide*. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Poděkování

Príspevok vznikol vďaka podpore z projektu APVV 21-0270 Adaptívna variabilita genetických zdrojov lesných drevín v podmienkach klimateckej zmeny (ForGenRes) a projektu podporeného z programu EÚ Horizon-2020 LignoSilva Upgrade (č.p. 101059952).

Kontakty | Contact Information

Roman Longauer: e-mail: roman.longauer@mendelu.cz