

VLIV VÝCHOVNÝCH ZÁSAHŮ NA RŮST NÁHRADNÍHO POROSTU MODŘÍNU OPADAVÉHO (*LARIX DECIDUA* MILL.)

THE EFFECT OF THINNING ON THE GROWTH OF A SUBSTITUTE FOREST STAND OF EUROPEAN LARCH (*LARIX DECIDUA* MILL.)

DAVID DUŠEK ✉ - Jiří NOVÁK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Czech Republic

✉ e-mail: dusek@vulhmop.cz

ORCID: J. Novák 0000-0002-8032-9919

ABSTRACT

European larch is a promising tree species for the creation of mixed forest stands in the Czech Republic. Due to its deciduous needles, it is relatively resistant to immission, and therefore it was used to establish substitute forest stands. Substitute forest stands were established in the 1970s and 1980s in heavily immissioned mountain and foothill areas with the intention of preserving the continuity of the forest environment and, in the case of larch, to partially replace the timber production of declining spruce stands. The aim of the study is to evaluate the effect of thinning on growth of a non-mixed larch stand in specific conditions of substitute forest stands at the age of 11–29 years. Thinning resulted in acceleration of the diameter growth of the released trees and improvement of their static stability in terms of reduction of the height-diameter ratio (HDR). The treatment where thinning at the age of 11 years was applied (treatment 3) showed a more favourable HDR of individual trees compared to the control, but the results were less satisfactory in terms of crown ratio (CR). The treatment with two thinning interventions at the age 11 and 20 years (treatment 2) produced satisfactory results both in terms of HDR and CR. However, the strong thinning at the age 20, when the stand was curtailed to only 320 trees per hectare, drastically reduced the basal area and is likely to result in a loss of production compared to the more moderate thinning options. However, in substitute forest stands, volume production is not the primary goal.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: porosty náhradních dřevin; porostní výchova; štíhlostní kvocient; korunový poměr

Key words: substitute forest stands; forest thinning; height-diameter ratio; crown ratio

ÚVOD

Modřín opadavý je perspektivní dřevinou pro tvorbu smíšených lesních porostů na území České republiky. Jeho současné zastoupení v našich lesích se pohybuje okolo 3,9 % (ZPRÁVA 2022) a do budoucna je navrhováno zvýšení zastoupení modřínu na 5 % (ŠINDELÁŘ et al. 2006). Výhodou modřínu je jeho široká ekologická valence a schopnost růstu na bohatém spektru stanovišť od nížin do nižšího stupně horských poloh. Neprosperuje na zamokřených lokalitách. Za optimální jsou považována stanoviště živné řady 3. až 5. lesního vegetačního stupně. Jednotlivě přimíšené a výstavkové modřiny vykazují vysoký produkční potenciál, dřevina se dobře zmlazuje a odrůstá v prostředí kalamitních holin. Zakládání nesmíšených

modřínových porostů není vhodné z důvodu zhoršování chemických vlastností půdy a zvýšené akumulaci opadu v porovnání s listnatými dřevinami (PODRÁZSKÝ, ULBRICHOVÁ 2004; PODRÁZSKÝ et al. 2006). Nesmíšené modřínové porosty špatně kryjí půdní povrch, a tak na bohatších stanovištích může docházet k nežádoucímu rozvoji buřene a blokaci přirozené obnovy. Je vhodnou dřevinou do směsí s bukem, dubem, lípou nebo habrem. Vzhledem k pionýrské strategii růstu lze modřín využít také jako přípravnou dřevinu na kalamitních plochách a jsou známy spontánní nálety modřínu na opuštěných zemědělských plochách (ŠINDELÁŘ et al. 2006). Díky opadavým jehlicím je relativně odolný vůči imisní zátěži, a proto byl v minulosti využíván při zakládání porostů náhradních dřevin (ŠLODIČÁK, NOVÁK 2008).

Porosty náhradních dřevin byly zakládány v 70. a 80. letech minulého století v imisemi silně zasažených horských a podhorských oblastech, především v Krušných a Jizerských horách. Cílem zakládání porostů náhradních dřevin bylo zachování kontinuity lesního prostředí a v případě modřínu i částečné nahrazení dřevní produkce odumřelých smrkových porostů. Tyto porosty však nebyly již od samého počátku považovány za trvalé řešení, ale za přípravnou fázi k dosažení stabilních a druhově pestřejších lesních porostů s využitím stanovištně odpovídajících druhů dřevin (BALCAR et al. 2007).

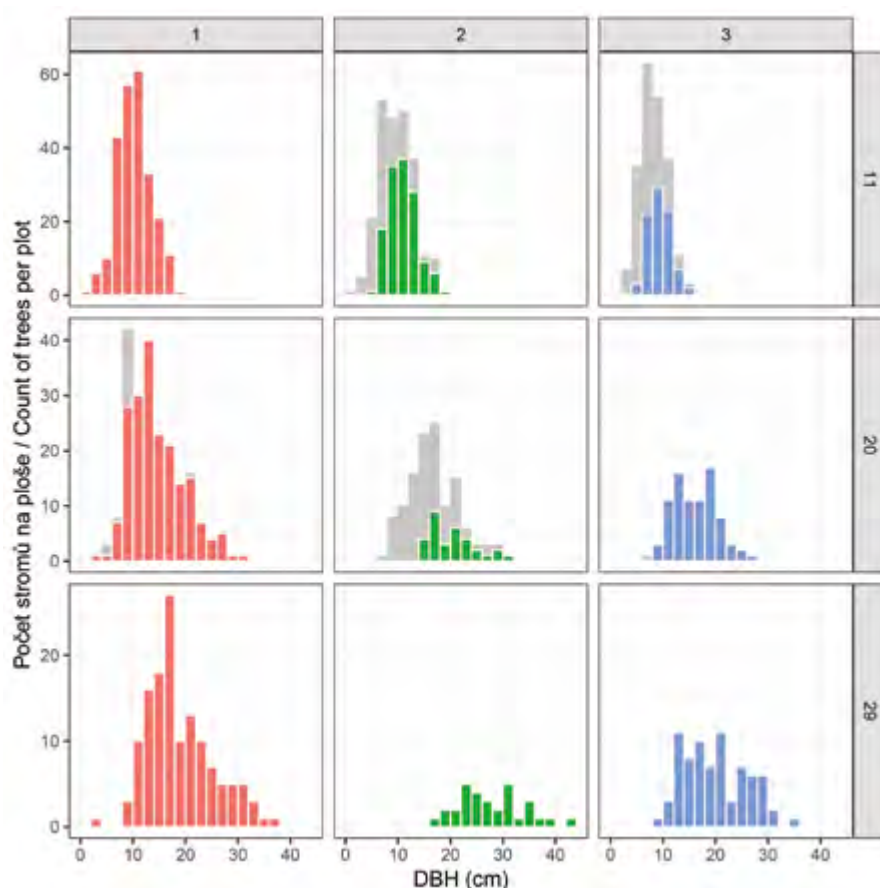
Náhradní porosty modřínu byly zakládány zpravidla po celoplošné přípravě půdy jako menší monokulturní porosty. Pěstební zásahy v náhradních porostech jsou zaměřeny především na zachování a zlepšení jejich mimoprodukčních funkcí a na zvýšení jejich stability, popřípadě kvality produkce v případech, kdy se jedná o porosty produkčně funkční (ŠLODIČÁK, NOVÁK 2008). Z pěstební hlediska je zásadní vyhovět vysokým nárokům modřínu na světlo. Zastínění shora ani silné boční zastínění netoleruje. Proto je nezbytné včasné uvolnění nadějných jedinců, předrostlíků s dlouhou a tvárnou korunou (NOVÁK, ŠLODIČÁK 2006b). Při absenci adekvátních výchovných zásahů se rapidně zhoršuje štíhlostní kvocient kmene a dochází k rychlému zkracování korun. Vhodně zvolená porostní výchova modřínu by měla vést k vytvoření volných korun s minimální délkou 1/3 výšky stromů.

Cílem práce je vyhodnotit vliv výchovných zásahů na růst nesmíšeného modřínového porostu ve specifických podmínkách porostů náhradních dřevin. Předpokládaný efekt silných výchovných zásahů v mladém modřínovém porostu měl spočívat v podpoře tloušťkového přírůstu uvolněných stromů, zvýšení statické stability jednotlivých stromů, a tím i celých porostů.

MATERIÁL A METODIKA

Porost s experimentálními plochami se nachází v přírodní lesní oblasti 01-Krušné hory v okrese Karlovy Vary, katastru Božetín v nadmořské výšce 560 m. Lesní typ byl určen jako 214 (*Fageto-Quercetum illime-rosum acidophilum* – *Melampyrum pratense*), půdní typ jako luvizem modální.

Experiment byl založen v 11letém modřínovém porostu o střední výšce ca 7 m původem z umělé obnovy v roce 2001 v objektu bývalé lesní školky. Výsadba byla provedena v pravidelném sponu s hektarovým počtem jedinců ca 2 500 stromů. V článku jsou analyzována dendrometrická data od založení experimentu do věku porostu 29 let (obr. 1). Série se skládá ze tří srovnávacích ploch-variant o výměře 0,1 ha (varianta 1 a 2) a 0,08 ha (varianta 3).



Obr. 1.

Tloušťková struktura podle variant (1, 2 a 3) ve věku 11, 20 a 29 let; šedé sloupce vyjadřují stav před těžbou; Varianta 1 – kontrola; Varianta 2 – první středně silný zásah proveden ve věku 11 a druhý silný ve věku 29 let; Varianta 3 – proveden pouze jeden silný zásah ve věku 11 let

Fig. 1. Diameter structure by treatments (1, 2 and 3) at ages 11, 20 and 29 years; grey bars represent the pre-harvest condition; Treatment 1 – control plot; Treatment 2 – the first, more moderate thinning was carried out at the age of 11 years, the second strong thinning was carried out at the age of 29 years; Treatment 3 – only one stronger negative thinning was carried out at the age of 11 years

Varianta 1 – byla ponechána jako kontrolní, provádí se zde pouze nahodilá těžba.

Varianta 2 – první mírnější zásah byl proveden negativním výběrem v úrovni i podúrovni ve věku 11 let, po zásahu zůstalo na ploše celkem 1 350 jedinců na hektar, což odpovídalo redukci výčetní kruhové základny o 32 %. Průměrná tloušťka těžených stromů při prvním zásahu činila 8,9 cm. Ve věku 20 let následoval druhý silný zásah spočívající v redukci na 320 stromů na hektar (redukce výčetní kruhové základny o 63 %) a průměrná tloušťka těžených stromů byla 16,1 cm.

Varianta 3 – byl proveden pouze jeden silnější zásah negativním výběrem v úrovni i podúrovni ve věku 11 let, po zásahu zůstalo na ploše 1 075 jedinců na hektar, což odpovídalo redukci výčetní kruhové základny o 49 %. Průměrná tloušťka těžených stromů při zásahu činila 7,8 cm. Zásah zde byl proveden s cílem odstranění stromů ve stadiu tenkých kmínků a prodloužení intervalu pro následný výchovný zásah.

Dendrometrická měření probíhala mimo růstovou sezónu ve věku od 11 do 29 let v roční a později dvouleté periodě. Byly měřeny výčetní tloušťky všech stromů a výšky reprezentativního souboru ca 30 stromů na ploše. Reprezentativní soubor pro měření výšek byl pseudonáhodně vybrán tak, aby zhruba reprezentoval celé tloušťkové spektrum stromů dané plochy. Z měření výšek byly vyloučeny jedinci s deformací vrcholové části, s vícečetnými vrcholy, vrcholkové zlomy apod. Ve věku 24 let bylo také měřeno nasazení živé koruny. Střední porostní tloušťka (D_g) byla vyjádřena jako kvadratický průměr. Tloušťka dominantních stromů (D_{200}) byla počítána jako kvadratický průměr 200 nejtlustších stromů na hektar.

Pro hodnocení průměrných ročních přírůstků iD_g a iD_{200} byl datový soubor rozdělen do dvou období. První období zahrnuje 11–20 let věku porostu, tj. období od prvního zásahu na variantách 2 a 3 ve věku

11 let do období před druhým zásahem na variantě 2 ve věku 20 let. Druhé období zahrnuje 20–29 let věku porostu, tj. období od druhého zásahu na variantě 2 ve věku 20 let do věku 29 let.

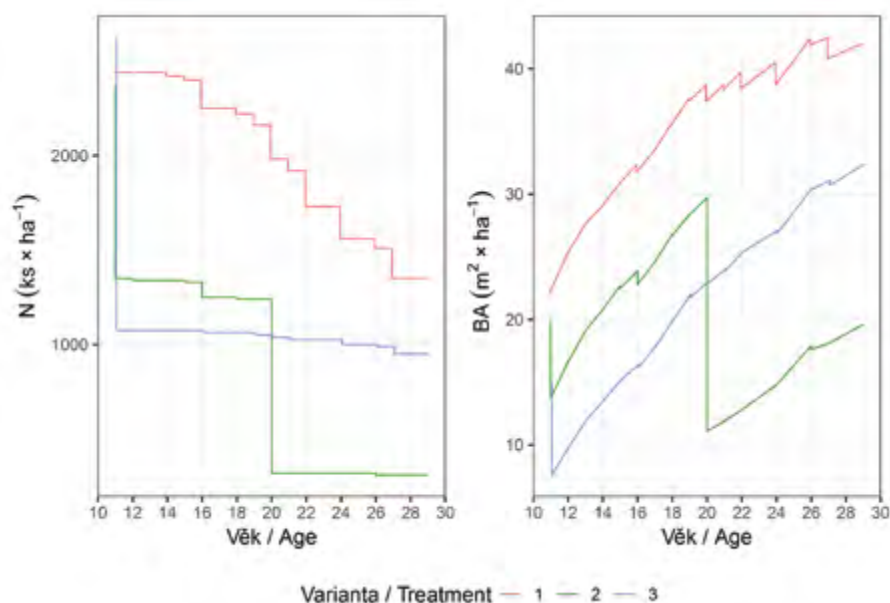
Štíhlostní kvocient stromu (HDR) vyjadřuje poměr výšky a výčetní tloušťky stromu, korunový poměr (CR) je vyjádřen jako poměr délky živé koruny k celkové výšce stromu. V práci jsou hodnoceny výsledky měření výšek a nasazení živé koruny z inventarizace ve věku 24 let.

Jelikož se jedná o nereplikovaný experiment, jsou výsledky vyhodnoceny metodami popisné statistiky. Použití inferenční statistiky k průkaznosti efektu experimentálních zásahů považujeme v tomto případě za nekorektní přístup (HURLBERT 1984; MEAD et al. 2012).

VÝSLEDKY

Počet stromů na kontrolní variantě díky přirozené mortalitě potlačených jedinců kontinuálně klesal a za sledované období 18 let se snížil o ca 45 % na 1 350 jedinců na hektar. Přirozená mortalita na obou vychovávaných variantách byla zanedbatelná. Výčetní kruhová základna byla po celou dobu sledování nejvyšší na kontrolní variantě. Varianta 2 si udržovala druhou nejvyšší výčetní kruhovou základnu až do druhého výchovného zásahu ve věku 20 let, kdy byla výrazně zredukována a poté zůstala nejnižší až do věku 29 let (obr. 2). Při poslední inventarizaci činila 42,0 (varianta 1), 19,6 (varianta 2) a 32,4 (varianta 3) m² na hektar.

Tloušťka středního kmene (D_g) byla ovlivněna nejen přírůstem jednotlivých stromů, ale i úbytkem tenkých stromů v důsledku přirozené mortality (varianta 1) a výchovných zásahů (obr. 3). Hodnoty průměrného ročního tloušťkového přírůstu středního kmene (iD_g) za období 11–20 let věku porostu se pohybovaly od nejnižší na variantě



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů (N) a výčetní kruhové základny (BA); Varianta 1 – kontrola; Varianta 2 – první středně silný zásah proveden ve věku 11 a druhý silný ve věku 29 let; Varianta 3 – proveden pouze jeden silný zásah ve věku 11 let

Fig. 2.

Development of the number of trees (N) and basal area (BA); Treatment 1 – control plot; Treatment 2 – the first, more moderate thinning was carried out at the age of 11 years, the second strong thinning was carried out at the age of 11 years; Treatment 3 – only one stronger negative thinning was carried out at the age of 11 years

1 (0,48 cm) po nejvyšší na variantě 3 (0,80 cm), a kopírovaly tak sílu prvního výchovného zásahu. V období 20–29 let věku porostu vykazovala nejvyšší hodnotu iD_g varianta 2 (0,82 cm), která přesáhla hodnotu z prvního období (0,68 cm). Hodnota kontrolní varianty 1 (0,49 cm) oproti předcházejícímu období víceméně stagnovala a hodnota varianty 3 (0,45 cm) v druhém období výrazně poklesla, a to dokonce mírně pod hodnotu kontrolní varianty 1 (obr. 4).

Střední kvadratická tloušťka dominantních stromů (D_{200}) byla výchovným zásahem ovlivněna méně (obr. 3). Hodnoty průměrného ročního tloušťkového přírůstu dominantních stromů (iD_{200}) za období 11–20 let věku porostu opět korespondovaly se silou prvního výchovného zásahu (varianta 1 – 0,96 cm; varianta 2 – 1,0 cm; varianta 3 – 1,06 cm), ale rozdíly byly menší než v případě iD_g . V období 20–29 let věku porostu došlo oproti prvnímu období k poklesu iD_{200} na všech variantách (varianta 1 – 0,59 cm; varianta 2 – 0,92 cm; varianta 3 – 0,74), ale na variantě 2, kde byl realizován druhý výchovný zásah, byl tento pokles výrazně menší a hodnota iD_{200} varianty 2 předčila varianty ostatní (obr. 4).

Obě varianty s výchovnými zásahy vykazovaly v porovnání s kontrolou nižší hodnoty stíhlostního kvocientu (HDR) jednotlivých měřených stromů. Nižších hodnot HDR zde bylo dosaženo částečně odstraněním labilní podúrovně při výchovných zásazích, ale je zde také zřejmý vliv akcelerace tloušťkového přírůstu uvolněných stromů, kdy stromy stejných tloušťkových tříd vykazují nižší hodnoty HDR na obou vychovávaných variantách (obr. 5).

Výchovné zásahy se také pozitivně promítly do délek korun, resp. korunového poměru (CR) jednotlivých stromů. Nejvyšší průměrná hodnota CR byla dosažena na variantě 2 (0,48) se dvěma výchovnými zásahy ve věku 11 a 20 let, kde hodnoty CR jednotlivých stromů nepoklesly pod 0,3. Varianta 3 sice vykazovala příznivější hodnoty (0,38)

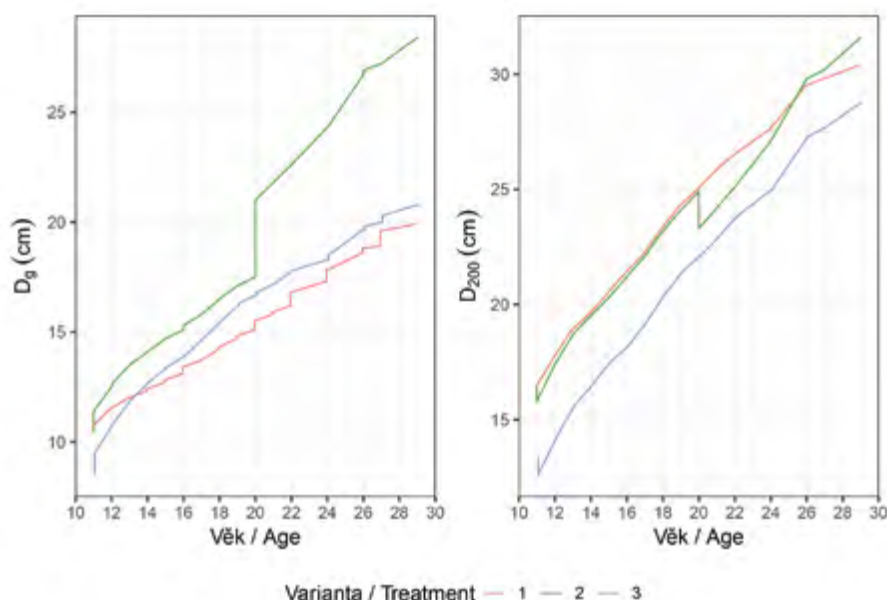
než kontrolní varianta 1, ale již je zde přítomen vyšší podíl jedinců s nepříznivým CR pod 0,3 (obr. 6).

DISKUSE

Modřín opadavý je rychle rostoucí dřevinou s kulminací výškového přírůstu v průměru okolo 12 let věku (DMYTERKO, BRUCHWALD 2010). Z tohoto pohledu byl první experimentální výchovný zásah ve věku 11 let při střední porostní výšce 7 m proveden na horní hranici intervalu pro včasný zásah. V porostech z umělé obnovy se jako ideální jeví provést první zásah při horní výšce 5 m, nejpozději však 8–9 m. Odsunutí prvního zásahu nad horní porostní výšku 10 m již může negativně ovlivnit stabilitu jednotlivých stromů a vést k nenávratnému zkrácení korun budoucích cílových stromů. V monokulturním modřínovém porostu by se mělo primárně jednat o zásahy negativním výběrem v porostní úrovni (SLODIČÁK, NOVÁK 2008). Tato doporučení vychází také z výsledků jiných experimentů v porostech náhradní dřeviny modřínu v Krušných horách (NOVÁK, SLODIČÁK 2006a).

Síla prvního výchovného zásahu pozitivně korelovala s tloušťkovým přírůstem středního kmene do věku 20 let. Absence druhého výchovného zásahu na variantě 3 pak vedla k výraznému poklesu tloušťkového přírůstu v období 20–29 let věku. Porost varianty 3 byl v tomto období již zapojen, a tak tloušťkový přírůst této varianty byl prakticky srovnatelný s kontrolou. Pokles tloušťkového přírůstu dominantních stromů na variantě 3 byl ve stejném období pozvolnější, a zřejmě se tak uplatnil efekt uvolnění korun dominantních stromů při prvním zásahu. Tyto dominantní stromy díky svému převážně nadúrovňovému postavení nebyly vystaveny takovému konkurenčnímu tlaku.

Negativní vliv absence výchovných zásahů na průměrnou hmotnost a kvalitu kmenů v 50letých až 60letých porostech modřínu v Litvě

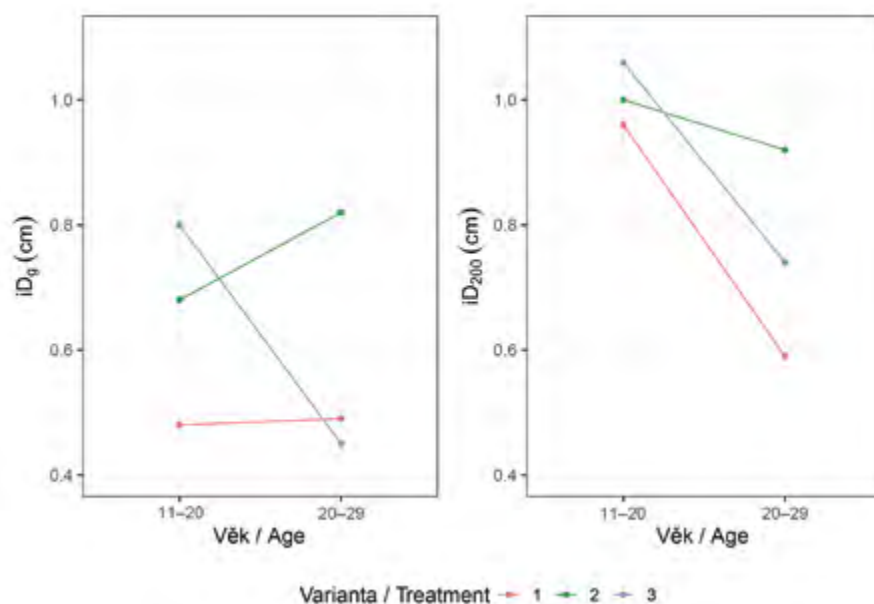


Obr. 3.

Vývoj tloušťky středního kmene (D_g) a tloušťky dominantních stromů (D_{200}); Varianta 1 – kontrola; Varianta 2 – první středně silný zásah proveden ve věku 11 a druhý silný ve věku 29 let; Varianta 3 – proveden pouze jeden silný zásah ve věku 11 let

Fig. 3.

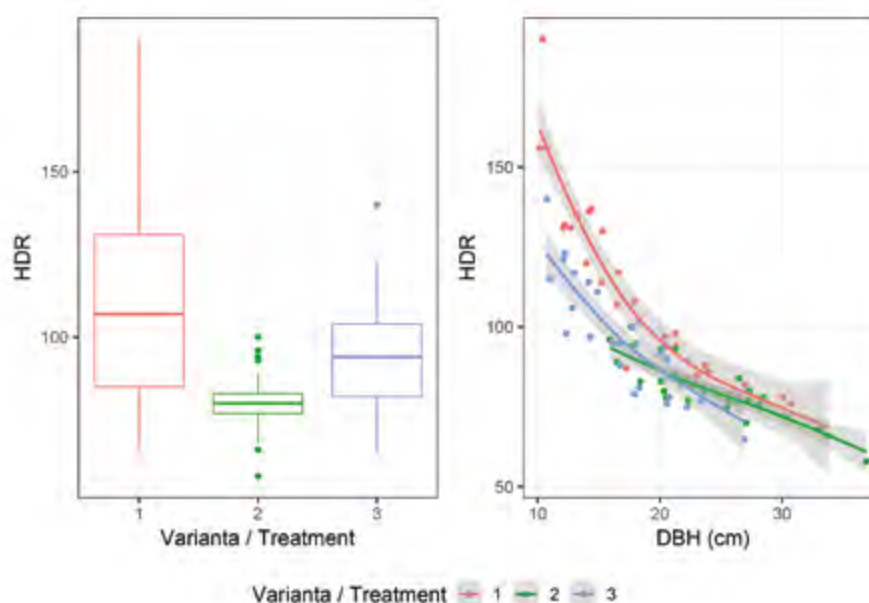
Development of the mean stem diameter (D_g) and diameter of dominant trees (D_{200}); Treatment 1 – control plot; Treatment 2 – the first, more moderate thinning was carried out at the age of 11 years, the second strong thinning was carried out at the age of 11 years; Treatment 3 – only one stronger negative thinning was carried out at the age of 11 years

**Obr. 4.**

Průměrný roční tloušťkový přírůst středního kmene (iD_g) a dominantních stromů (iD_{200}) za devět let (věk 11–20 let) od prvního výchovného zásahu a za devět let od druhého výchovného zásahu (věk 20–29 let); Varianta 1 – kontrola; Varianta 2 – první středně silný zásah proveden ve věku 11 a druhý silný ve věku 29 let; Varianta 3 – proveden pouze jeden silný zásah ve věku 11 let

Fig. 4.

Mean annual diameter increment of the mean stem (iD_g) and dominant trees (iD_{200}) in nine years (age 11–20 years) from the first thinning and in nine years from the second thinning (age 20–29 years); Treatment 1 – control plot; Treatment 2 – the first, more moderate thinning was carried out at the age of 11 years, the second strong thinning was carried out at the age of 11 years; Treatment 3 – only one stronger negative thinning was carried out at the age of 11 years

**Obr. 5.**

Krabicové grafy štíhlostního kvocientu (HDR) a vztah mezi výčetní tloušťkou (DBH) a štíhlostním kvocientem vyrovnaný kubickým splinem; Soubor 30 stromů na plochu byl zvolen tak, aby pokrýval tloušťkové spektrum; Varianta 1 – kontrola; Varianta 2 – první středně silný zásah proveden ve věku 11 a druhý silný ve věku 29 let; Varianta 3 – proveden pouze jeden silný zásah ve věku 11 let

Fig. 5.

Box plot of height-diameter ratios (HDR) and relationship between diameters (DBH) and height-diameter ratios fitted by cubic spline functions; A set of 30 trees per plot was chosen to cover the thickness spectrum; Treatment 1 – control plot; Treatment 2 – the first, more moderate thinning was carried out at the age of 11 years, the second strong thinning was carried out at the age of 11 years; Treatment 3 – only one stronger negative thinning was carried out at the age of 11 years

konstatují GODVOD et al. (2018). Na druhou stranu je zřejmé, že námi provedený druhý silný výchovný zásah na variantě 2 výrazně snížil výčetní kruhovou základnu a zásobu porostu, a nelze tak vyloučit riziko ztráty na celkové objemové produkci. Tato ztráta by mohla být aspoň částečně kompenzována dosažením kvalitnějších a lépe zpeněžitelných sortimentů. Lepší kvalitu dřeva modřínu rostoucího v monokultuře v porovnání s modřínem ve směsích konstatují např. PAJÁK et al. (2017), ale vzhledem k velké pestrosti potenciálních porostních směsí s modřínem nelze toto konstatování pravděpodobně generalizovat. Kvalita dřeva modřínu vysázeného na bývalé lesní školce nám není známa, ale např. CUKOR et al. (2020) konstatují malé a z hlediska dřevozpracujícího průmyslu nepodstatné rozdíly v kvalitě dřeva modřínu na lesní a bývalé zemědělské půdě. ZEIDLER et al. (2022) zmiňují dobrý produkční potenciál modřínu na bývalých zemědělských půdách, nižší frekvenci výskytu hnilob v porovnání se smrkem a vysoký potenciál modřínu v procesu sekvence uhlíku. Zásadním přínosem silného výchovného zásahu však není produkční hledisko, ale stabilizace porostní kostry modřínového porostu jako východiska pro přeměnu porostů náhradních dřevin na druhově pestřejší a stanovištně vhodnější porosty. Od druhého věkového stupně porostu (po druhém silném výchovném zásahu) je již žádoucí začít s realizací podsadeb např. bukem nebo jedlí (SLODIČÁK, NOVÁK 2008).

ZÁVĚR

- Výchovné zásahy v nesmíšeném porostu náhradní dřeviny modřínu vedly k akceleraci tloušťkového přírůstu uvolněných stromů a ke zlepšení jejich statické stability z pohledu snížení štihlостního kvocientu.
- Varianta s jedním výchovným zásahem ve věku 11 let (varianta 3) vykazovala v porovnání s kontrolou příznivější štihlостní kvocient jednotlivých stromů, ale z pohledu udržení dostatečně dlouhých korun (min. 1/3 výšky stromu) byly výsledky méně uspokojivé. Absence druhého výchovného zásahu se navíc projevila v razantním poklesu tloušťkového přírůstu v druhé polovině sledování experimentu, tj. v období 20–29 let věku porostu.
- Varianta s dvěma výchovnými zásahy ve věku 11 a 20 let (varianta 2) přinesla uspokojivé výsledky jak z hlediska štihlостního kvocientu, tak zachování žádoucích délek korun. Silným výchovným zásahem ve věku 20 let, kdy byl porost zredukován na pouhých 320 stromů na hektar, však byla razantně snížena výčetní kruhová základna a lze očekávat pravděpodobné ztráty na produkci v porovnání s mírnějšími variantami výchovných zásahů. V porostech náhradních dřevin však není objemová produkce primárním cílem.

V porostech náhradní dřeviny modřínu doporučujeme aplikaci včasných výchovných zásahů při horní porostní výšce 5 m za účelem zpevnění porostní kostry a zvýšení vitality uvolněných stromů zachováním dostatečně dlouhých korun. Jako vhodnou považujeme aplikaci dvou výchovných zásahů tak, aby ve věku ca 20 let zůstalo na jednom hektaru porostu 320–350 stromů. Ztráty na objemové produkci v důsledku takto silných zásahů jsou v porostech náhradních dřevin akceptovatelné. Další péstební opatření v těchto porostech by měla směřovat k přeměně na druhově pestřejší porosty, kde modřín bude plnit funkci přípravné dřeviny.

Poděkování:

Článek vznikl v rámci řešení grantového projektu NAZV QK21010335 „Možnosti využití modřínu opadavého v českých lesích pod dopadem GKZ“ a na základě institucionální podpory Ministerstva zemědělství ČR – MZE-RO0123.

LITERATURA

- BALCAR V., SLODIČÁK M., KACÁLEK D., NAVRÁTIL P. 2007. Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. Strnady, VÚLHM: 34 s.
- CUKOR J., ZEIDLER A., VACEK Z., VACEK S., ŠIMŮNEK V., GALLO J. 2020. Comparison of growth and wood quality of Norway spruce and European larch: effect of previous land use. *European Journal of Forest Research*, 139: 459–472. DOI: 10.1007/s10342-020-01259-7
- DMYTERKO E., BRUCHWALD A. 2010. Phases of height growth for the European larch (*Larix decidua* Mill.). *Sylvan*, 154 (12): 803–808.
- GODVOD K., BRAZAITIS G., BAČKAITIS J., KULBOKAS G. 2018. The development and growth of larch stands in Lithuania. *Journal of Forest Science*, 64 (5): 199–206. DOI: 10.17221/6/2018-JFS
- HURLBERT S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs*, 54: 187–211.
- MEAD R., GILMOUR S.G., MEAD A. 2012. Statistical principles for the design of experiments. Cambridge, Cambridge University Press: 572 s.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2006a. Development of young substitute larch (*Larix decidua* Mill.) stands after first thinning. *Journal of Forest Science*, 52 (4): 147–157. DOI: 10.17221/4497-JFS
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2006b. Výchova porostů modřínu opadavého. *Lesnická práce*, 85 (12): 10–11.
- PAJÁK M., MICHAŁEC K., WĄSIK R., URBAN O., PIETRZYKOWSKI M. 2017. Growth and timber quality of European larch planted in areas reclaimed after coal mining in Central Poland. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 44 (2): 347–356. DOI: 10.5552/crojfe.2023.1748
- PODRÁZSKÝ V.V., ULBRICHOVÁ I. 2004. Restoration of forest soils on reforested abandoned agricultural lands. *Journal of Forest Science*, 50 (6): 249–255. DOI: 10.17221/4622-JFS
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2006. Rychlost regenerace lesních půd v horských oblastech z hlediska kvantity nadložního humusu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51 (4): 230–234.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2008. Výchova porostů náhradních dřevin. Strnady, VÚLHM: 28 s.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2006. Význam modřínu opadavého pro lesní hospodářství ČR. *Lesnická práce*, 85 (12): 7–9.
- ZEIDLER A., VACEK Z., CUKOR J., BORŮVKA V., VACEK S., PROKŮPKOVÁ A., LINDA R., VACEK O. 2022. Is European larch (*Larix decidua* Mill.) a suitable substitute for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) for agricultural land afforestation? *Forest Ecology and Management*, 517: 120257. DOI: 10.1016/j.foreco.2022.120257
- ZPRÁVA. 2022. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021. Praha, MZe ČR: 140 s.

THE EFFECT OF THINNING ON THE GROWTH OF A SUBSTITUTE FOREST STAND OF EUROPEAN LARCH (*LARIX DECIDUA* MILL.)

SUMMARY

European larch is a promising tree species for forest stands in the Czech Republic. Its current representation in our forests is around 3.9% (ZPRÁVA 2022) and it is proposed to increase its representation to 5% in the future (ŠINDELÁŘ et al. 2006). The advantage of larch is its wide ecological valence and the ability to grow in a wide range of habitats from lowlands to lower mountains. It does not thrive on waterlogged sites. Habitats in the nutrient series of forest vegetation stages 3 to 5 are considered optimal. Individually mixed and standard trees of larch have a high production potential, rejuvenate and grow well in calamitous clearings. Establishment of unmixed larch stands is not suitable due to deterioration of soil chemical properties and increased accumulation of forest litter compared to deciduous trees (PODRÁZSKÝ, ULBRICHOVÁ 2004; PODRÁZSKÝ et al. 2006). It is a suitable tree for mixtures with beech, oak, lime or hornbeam. Due to its deciduous needles, it is relatively resistant to immission load and has therefore been used in the past to establish substitute forest stands (SLODIČÁK, NOVÁK 2008).

Substitute forest stands (SFS) were established in the 1970s and 1980s in mountain and foothill areas heavily affected by immissions, especially in the Ore Mountains and the Jizera Mountains. The aim was to maintain the continuity of the forest environment and, in the case of larch, to partially replace the timber production of dead spruce stands. However, from the very beginning these stands were not considered as a permanent solution, but as a preparatory phase to achieve stable and more species-diverse forest stands using habitat-appropriate tree species (BALCAR et al. 2007).

The SFS of larch were generally established after full-scale land preparation as smaller monoculture stands. Silvicultural measures in the SFS are mainly aimed at preserving and improving their non-productive functions and at increasing their stability, or the quality of production in cases where they are productive stands (SLODIČÁK, NOVÁK 2008). From the silvicultural point of view, it is essential to meet the high light requirements of larch. It does not tolerate shading from above or strong side shading, therefore it is necessary to release promising trees in time (NOVÁK, SLODIČÁK 2006b). In the absence of adequate thinning, the height-diameter ratio (HDR) deteriorates rapidly, and crown shortening occurs rapidly as well. Appropriately performed thinning of larch should lead to the formation of free crowns with a minimum length of 1/3 of the tree height.

The aim of the study is to evaluate the effect of thinning on the growth of unmixed larch stands in specific conditions of the SFS. The expected effect of thinning in young larch stands was to promote the diameter growth of the released trees, increase the static stability of individual trees and thus the whole stands.

The experiment was established in an 11-year-old larch stand with a mean height of about 7 m, originated from artificial regeneration in 2001 in a former forest nursery. The planting was carried out in a regular clump with a hectare number of individuals of ca. 2,500 trees. Dendrometric data from the establishment of the experiment to the age of the stand of 29 years are analysed in this paper. The series consists of three comparison plots-treatments (Fig. 1).

- Treatment 1: it is a control plot, only salvage cutting is carried out here.
- Treatment 2: the first, more moderate thinning was carried out at the age of 11 years, leaving a total of 1,350 individuals per hectare, corresponding to a 32% reduction of the stand basal area. The average diameter of the harvested trees was 8.9 cm in the first thinning. At the age of 20 years, the second strong thinning followed, reducing the number of trees to 320 per hectare (63% reduction in the basal area) and the average diameter of the harvested trees was 16.1 cm.
- Treatment 3: only one stronger negative thinning was carried out at the age of 11 years, leaving 1,075 individuals per hectare, corresponding to a 49% reduction of basal area (Fig. 2). The average diameter of harvested trees was 7.8 cm. The thinning was carried out with the aim of removing trees at the thin stem stage and extending the interval for subsequent thinning.

Thinning in a non-mixed SFS of larch resulted in acceleration of the diameter growth of the released trees (Fig. 3 and 4) and improvement of their static stability in terms of HDR (Fig. 5). The treatment with one thinning at the age of 11 years (treatment 3) showed a more favourable HDR of individual trees compared to the control, but the results were less satisfactory in terms of crown ratio (Fig. 6). In addition, the absence of a second thinning was reflected in a sharp decrease in diameter growth in period 20–29 years of stand age (Fig. 4). The treatment with two thinning at 11 and 20 years of age (treatment 2) produced satisfactory results both in terms of HDR and the crown ratio. However, the strong thinning at age 20, when the stand was reduced to only 320 trees per hectare, significantly reduced the basal area, and it is likely to result in a loss of production compared to the more moderate thinning options. However, in the SFS, volume production is not the primary objective.

Zasláno/Received: 19. 12. 2023

Přijato do tisku/Accepted: 15. 01. 2024