

# VLIV STANOVIŠTĚ NA RŮST A PRODUKCI VYBRANÝCH DRUHŮ PIONÝRSKÝCH DŘEVIN - REVIEW

## EFFECT OF SITE CONDITIONS ON THE GROWTH AND YIELD OF SELECTED PIONEER SPECIES - REVIEW

ANTONÍN MARTINÍK<sup>1)</sup>✉ - JIŘÍ SOUČEK<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

<sup>2)</sup>Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Czech Republic

✉ e-mail: antonin.martinik@mendelu.cz

### ABSTRACT

The paper deals with production capacity of selected pioneer species – Silver birch, black alder, European aspen and goat willow. The review focused on these fields of research: ecology requirements and natural distribution of discussed species; their growth and yield; effect of site conditions on growth and production (the main goal) and yield comparison of these species. The vigorous growth and marketable production of Silver birch is considered on fertile soils with adequate moisture and air content. Warmer climate and lower altitudes create optimum growing conditions for European aspen. Rich sites and middle altitude are considered optimal site conditions for goat willow as well. The productivity of black alder is greatest on riverside site. The mean annual volume increment (MAI) for analysed species varied from 4 to 10 (12) m<sup>3</sup>/ha, for goat willow relevant data are missing. Rotation period for these species should not be longer than 55 (60) years due to the risk of heart rot occurrence. The highest potential for biomass production shows Silver birch with maximum annual increment ranged from 5 to 7 t/ha within the age of 15–25 years. Faster growth in the young and shorter rotation period advantages production of pioneer species contrary to common shade tolerate species as a spruce, fir and beech, in the process of reforestation of large clearings.

[For more information see Summary at the end of the article.](#)

**Klíčová slova:** holiny; přípravné porosty; bonita; bříza bělokorá; olše lepkavá; topol osika; vrba jíva

**Key words:** clearing; nurse crop; site class; Silver birch; black alder; European aspen; goat willow

### ÚVOD

Globální klimatická změna doprovázená nárůstem četností, rozsahu a intenzitou disturbancí vede k úvahám o změně hospodaření v lesích. Zkoušeny a zaváděny jsou doposud opomíjené dřeviny a pěstební postupy; všeobecně je preferován odklon od pasečného hospodaření, z dřevin jsou doporučovány sucho snášející rezistentní druhy, případně vybrané provenience stanovištně vhodných dřevin (HLÁSNÝ et al. 2011; TUŽIŇSKÝ, GREGOR 2011; BRANG et al. 2014; ČERMÁK et al. 2016).

V souvislosti s obnovou lesů po velkoplošných disturbancích jsou hledány druhy schopné snášet podmínky kalamitních holin a současně v relativně krátké době poskytnout žádanou dřevní surovinu. Stě-

žejní místo zde zaujímají druhy s pionýrskou strategií. Ve střední, ale i západní Evropě jsou tak nejběžněji využívány k tomuto účelu bříza bělokorá, topol osika a na vodou ovlivněných stanovištích také olše lepkavá (ZAKOPAL 1955; BRZEZIECKI, KIENAST 1994; POMMERENING, MURPHY 2004; SANDS 2005; SOUČEK et al. 2016). Na specifických stanovištích je kultivována také bříza pýřitá, olše šedá a zelená, topol šedý, bílý či černý. Z ostatních druhů dřevin jsou k obnově lesa po disturbancích, resp. k zakládání přípravných porostů využívány také druhy jako jeřáb ptačí, smrk ztepilý nebo modřín opadavý (POMMERENING, MURPHY 2004; HURT, MAUER 2016; ČÍŽKOVÁ et al. 2020). Naopak typické pionýrské druhy rodu vrba se jako perspektivní hospodářské dřeviny v lesnické praxi a výzkumu objevují jen omezeně; např. vrba bílá na lužních stanovištích, nebo je s těmito druhy uva-

žováno jen pro jejich mimoprodukční efekty (PRŮŠA 2001; SOUČEK et al. 2016).

Zatímco ve střední Evropě jsou pionýrské druhy dřevin spíše minoritními a doposud málo výzkumně ověřovanými, jinak je tomu v severní Evropě, kde se jedná o druhy hospodářsky běžně využívané a v některých případech dokonce ekonomicky prvořadě (HYNYNEN et al. 2010; DUBOIS et al. 2020), což do značné míry souvisí s odlišnými přírodními podmínkami v boreální zóně (POLENO et al. 2011).

Jak již bylo naznačeno, kromě mimoprodukčních efektů pionýrských dřevin je, resp. může být, v kalamitních oblastech oceňován jejich rychlý růst a s tím spojená časná produkce (POMMERENING, MURPHY 2004; STARK et al. 2015). Kromě pěstebních postupů (způsob založení, smíšení, výchova, pěstební systémy) jsou růst, a tedy i produkce těchto dřevin primárně odvislé od stanovištních podmínek (PRŮŠA 2001; ELLENBERG 2009; PRETZSCH 2009). Volba optimální pionýrské dřeviny pro dané stanoviště tak znamená výchozí předpoklad nejen k tvorbě nového lesa, ale i dosažení odpovídající dřevní produkce.

Hlavním cílem předkládaného článku je formou literární rešerše zpracovat problematiku vlivu stanoviště na růst a produkci vybraných druhů pionýrských dřevin. Konkrétně je rešerše zpracována pro: břízu bělokora (*Betula pendula*), olši lepkavou (*Alnus glutinosa*), topol osiku (*Populus tremula*) a vrbu jívu (*Salix caprea*), tedy pro dřeviny běžně rostoucí v oblasti alochtonních smrkových porostů, kde je možné i očekávat jejich maximální uplatnění při obnově lesa po kalamitách. Součástí článku bude také stručná rekapitulace ekologických (stanovištních) nároků uvedených dřevin, analýza jejich růstové dynamiky a produkčního potenciálu a dále srovnání produkce dané dřeviny na konkrétním stanovišti s druhy jinými.

### Bříza bělokora (*Betula pendula* Roth)

Bříza bělokora je podobně jako topol osika dřevinou širokého Euroasijského kontinentu, v rámci něhož roste na celé škále stanovišť (SVOBODA 1957; ÚRADNÍČEK et al. 2009; HYNYNEN et al. 2010). Nalezneme ji od nížin do horských lesů; na půdách bohatých, kyselých i chudých; bříza snese do určité míry i vysychavé půdy a stanoviště s vyšší hladinou spodní vody v půdě, kde ale ustupuje bříze pýřité (HYNYNEN et al. 2010; DUBOIS et al. 2020). Bříza je nenáročná na půdní podmínky a přizpůsobí se různým stanovištím, mimo optimální stanoviště se potenciál produkce dřevní hmoty snižuje. Nejlépe odrůstá na půdách nutričně dobře zásobených, ale vzdušných, písčitých a hlinito-písčitých, kde skýtá záruku dostatečné kvantitativní a hodnotové produkce (CAMERON 1996; HYNYNEN et al. 2010).

Stejně jako všechny ostatní pionýrské dřeviny také bříza je silně světlo milná dřevina s rychlým růstem v mládí. Jako krátkověká dřevina se běžně dožívá 100 let, výjimečně 150 let. V prvním roce jedinci generativního původu zpravidla nepřesáhnou výšku 10 cm, v dalších letech výškový přírůst může přesáhnout 1 m. Kulminace výškového přírůstu nastává na lepších stanovištích již mezi 10.–15. rokem, na bonitách horších cca deset let později (SVOBODA 1957; FERM 1993; DUBOIS et al. 2020). Výškový růst břízy ustává po 50–60 letech. Zcela výjimečně může bříza dorůstát výšek 35 metrů, obvyklá výška dospělých březových porostů nepřevyšuje 25–30 m.

Dynamika objemového přírůstu břízy je analogií přírůstu výškového – běžný objemový přírůst kulminuje velice záhy, obvykle kolem 15. roku, kdy dosahuje hodnot 12–23 m<sup>3</sup>/ha/rok. Průměrný objemový přírůst za dobu obmýti se pohybuje v závislosti na stanovišti, ale i pěstební péči mezi 4 až 10 m<sup>3</sup>/ha/rok (SVOBODA 1957; CAMERON 1996; HYNYNEN et al. 2010; LOCKOW 1996; DUBOIS et al. 2020). Výše uvedeným hodnotám objemového přírůstu odpovídá i celková objemová produkce. SVOBODA (1957), vycházející z východoevropských poznatků,

uvádí celkovou objemovou produkci pro nesmíšené březové porosty v 50 letech 444 m<sup>3</sup>; ve 100 letech pak 720 m<sup>3</sup>. Podobné hodnoty pro věk 50 let nacházíme v růstových tabulkách konstruovaných pro Českou republiku (ČERNÝ, PAŘEZ 1998), které pro první bonitu uvádí 410 m<sup>3</sup>, ale již jen 540 m<sup>3</sup> ve 100 letech. Tabulky pro východní část Německa uvádí celkovou produkci ve věku 50 let v rozpětí 100–470 m<sup>3</sup> hroubí v závislosti na bonitě stanoviště (LOCKOW 1996). Výrazně nižší hodnoty najdeme v historických tabulkách (SCHWAPPACH 1903), kde je celková produkce v 80 letech pro I. bonitu pouze 389 m<sup>3</sup>. Jak naproti tomu uvádí HYNYNEN et al. (2010), zásoba intenzivně pěstovaných březových plantáží ve Finsku nebo i Švédsku může ve 30 až 60 letech dosahovat 360–600 m<sup>3</sup>.

Břízu lze na rozdíl od ostatních pionýrských dřevin řadit mezi druhy se střední hodnotou hustoty dřeva, která se pohybuje v rozpětí od 540 do 750 kg/m<sup>3</sup> (HORÁČEK 1998). Uváděná hustota dřeva břízy je značně variabilní a závisí na metodě zjišťování (konvenční, redukováná, při dané vlhkosti), místu na kmeni, kde se stanovuje a také na stanovištních podmínkách a růstu břízy (šířce letokruhu). Zahraniční zdroje uvádí hustotu při 12% vlhkosti kolem 650 kg/m<sup>3</sup> (CAMERON 1996; DUBOIS et al. 2020). Hodnoty konvenční hustoty břízy v České republice se pohybovaly v širokém rozpětí od 471 do 544 kg/m<sup>3</sup> v závislosti na věku porostu, jakož i na stanovištních podmínkách (GIAGLI et al. 2019; HAUSEROVÁ 2019; KOUŘÍLEK 2020). Uvedené zjištěné hodnoty konvenční hustoty v ČR rámcově odpovídají výše prezentovaným zahraničním údajům konvenční hustoty při 12% vlhkosti.

Vyšší hustota dřeva břízy znamená i vyšší předpoklady k využívání této dřeviny k energetickým účelům (FERM 1993; URI et al. 2012; ŠPULÁK et al. 2016). Výsledky studií zaměřených na tuto problematiku potvrzují opodstatnění využívání nadzemní biomasy březových porostů při zkráceném obmýti 15–25 let (JOHANSSON 1999a; URI et al. 2007; MARTINÍK et al. 2018a). Na živných substrátech (lesní i bývalé zemědělské půdy) a při dostatečné hustotě porostu (především přirozeně vzniklé porosty) může dosahovat roční hektarová produkce sušiny nadzemní biomasy břízy za uvedené období 5 až 7 t/ha (FERM 1993; JOHANSSON 1999a; MARTINÍK et al. 2018a).

V souvislosti s energetickým využíváním březových porostů je diskutována také otázka pařezové výmladnosti břízy (HYNYNEN et al. 2010; HYTÖNEN 2020). Současné poznatky pochází zejména ze severských zemí, v rámci střední Evropy jsou informace zatím omezené (ALBERT et al. 2014; SOUČEK 2017). I v severské literatuře převažují informace o výmladnosti břízy pýřité (HYTÖNEN 2020). Výmladnost břízy závisí na stanovištních podmínkách, věku porostu a termínu těžby. V podmínkách severního Finska dosáhla produkce nadzemní dřevní biomasy v pařezině břízy pýřité (věk výmladků 9 let) 15–30 t/ha v závislosti na výchozím věku porostu. Vyšší produkce biomasy v mladších porostech je ovlivněna vyšším počtem zmlazujících se jedinců (pařezků) i nižším potenciálem výmladnosti ve starších porostech (HYTÖNEN 2020). Potenciál produkce výmladkových lesů s domácími druhy tzv. přípravných dřevin je ve střední Evropě zpravidla nižší než u běžných dřevin používaných pro energetické účely. Na vhodných stanovištích a při krátkém obmýti však mohou představovat plnohodnotnou alternativu.

Jak dále uvádí HYNYNEN et al. (2010), bříza vykazuje odlišný růst v severských oblastech a v lesích mírného pásu (střední Evropa), kde nastává dřívější zploštění výškových křivek. Efekt stanoviště na produkci, resp. výšku břízy vyjadřuje bonitace. Ta je specifická podle jednotlivých regionů (zemí) – např. v Rakousku nalezneme pouze tři bonitní stupně; nízký počet bonit – čtyři jsou i ve Španělsku (DUBOIS et al. 2020). Naopak pro růstové podmínky ve Švédsku byly vytvořeny bonitní vějíře o 10–11 stupních (ERIKSSON et al. 1997; DUBOIS et al. 2020). Podobně početné rozpětí je vylišeno také pro Českou republiku, kde najdeme rozpětí bonitních stupňů ve sto letech porostu od (10) 12 do 30 metrů (ÚHŮL 1990; ČERNÝ, PAŘEZ 1998).

Dílčí poznatky z růstu břízy ve vybraných oblastech České republiky (3. – 5. LVS na Moravě) přitom ukazují na rozdíly v produkci břízy dané stanovištěm (DUDÍK et al. 2021). Pro navržené modely hospodaření byla produkce březových porostů na půdách živných a vodou ovlivněných větší než na půdách kyselých. Současně byla při vlastních šetřeních zjištěna značná variabilita v produkci březových porostů napříč typologickými jednotkami.

Výsledky produkčních šetření z oblasti severní Evropy ukázaly, že produkce břízy je srovnatelná s produkcí smrku, hlavní hospodářské dřeviny pro tyto oblasti, rámcově do věku 40–50 let. Od tohoto věku začíná produkce smrkových porostů převyšovat porosty březové (FERM 1993). Důvodem je především vysoká náročnost břízy na světlo, a tudíž i nižší počet jedinců v starších březových porostech (HYNYNEN et al. 2010). V souladu s uvedenými poznatky jsou výsledky produkčních šetření, které zjistili DUDÍK et al. (2021). Smrk na vybraných stanovištích výškově přerůstá břízu obvykle ve věku kolem 40 let. Naproti tomu doba, kdy buk přerůstá břízu, nastává později, a sice od 50 do 100 let podle stanoviště. Všeobecně je přitom věk břízy kolem 50 let považován za limitní z hlediska optimalizace dosažení hodnotové produkce; ve starších porostech se ve dřevě břízy objevuje jádro, které snižuje zhodnocení dřeva (HEIN et al. 2009; HYNYNEN et al. 2010).

V souvislosti s produkcí břízy lze zmínit také problematiku smíšených porostů s touto dřevinou. V severovýchodních částech Evropy se bříza vyskytuje v porostech smrku nebo borovice; poznatky o vyšší produkci smíšených porostů než porostů stejnorodých nejsou jednoznačné. Výjimkou jsou pouze dvouetážové porosty smrku s břízou jako dočasnou horní etáží, břízu je nutné včas a silně rozvolnit (MÁRD 1996; HYNYNEN et al. 2010). Pozitivní efekt smíšených porostů na navýšení produkce lze očekávat zejména na bohatších stanovištích při zvýšené péči. Kromě produkčního (kvantitativního) hlediska má smíšení příznivý vliv na kvalitu kmene břízy i smrku (HYNYNEN et al. 2010).

V oblastech střední a západní Evropy je v souvislosti s břízou, jakož i dalšími pionýrskými dřevinami, v rostoucí míře diskutováno pěstování smíšených porostů, kde bříza plní funkci přípravné dřeviny; v zahraničí jsou tyto systémy označovány jako *nurse crop* nebo *Vorwald* (POMMERENING, MURPHY 2004; SOUČEK et al. 2016). Produkčně je zajímavé výše uvedené využití pionýrských dřevin ve směsi se stín snášejičími druhy jako jsou buk, jedle nebo smrk (POMMERENING, MURPHY 2004; HURT, MAUER 2016; STARK et al. 2015; DUDÍK et al. 2018, 2021). U pionýrských dřevin je v případě využívání těchto přístupů příznivě hodnocen především rychlý růst v mládí a rychlé plnění ostatních funkcí lesa. Kromě stanoviště má na rychlost odrůstání břízy v mladém věku vliv také: a) způsob a intenzita přípravy půdy – příprava půdy snižuje vliv nežádoucí vegetace a na růst břízy působí příznivě, naopak intenzivní hloubková příprava půdy a odstranění humusových horizontů, a tedy i živin retarduje odrůstání semenáčků, a to především těch z přirozené obnovy (BRADÁČ 1991; KARLSSON 2002; MARTINÍK 2016); b) způsob obnovy – na nutričně i vodou normálně zásobovaných půdách je obvykle růst břízy ze sjeje rychlý a úspěšný, naopak na vodou ovlivněných půdách odrůstá přirozená obnova pomalu (BRADÁČ 1991; MARTINÍK 2014; MARTINÍK 2016); c) hustota porostu – porosty založené v řídkém sponu rostou v mládí pomaleji než hustě založené porosty (NIEMISTÖ 1995), d) péstební péče – řádná péstební péče, především ochrana proti bušení a zvěři může přispět k rychlému odrůstání břízy (KARLSSON 2002; HYNYNEN et al. 2010; MARTINÍK et al. 2018b).

### Olše lepkavá (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

Olše lepkavá je dřevinou euro-sibiřského přirozeného areálu rozšíření (SVOBODA 1957; ÚRADNÍČEK et al. 2009; CLAESSENS et al. 2010). Přesto, že je dřevinou tolerantní vůči nízkým i vysokým teplotám, najdeme ji nejčastěji v nížinách, příp. v podhorských oblastech. Limitem jejího

růstu je dostatečná zásobenost vodou, a to buď formou srážek (vzdušná vlhkost) anebo půdní vlhkosti (ÚRADNÍČEK et al. 2009; CLAESSENS et al. 2010). Olše lepkavá není schopná dlouhodobě existovat v podmínkách s ročními srážkami pod 500 mm, pokud nemá přídatnou vláhu z půdních horizontů; současně je to dřevina schopna snášet přebytek vody v půdě. Přirozeně najdeme olši na nejrušnějších podkladech; na kyselých substrátech – cca pod hodnoty pH 4,2 ustupuje z porostů a je nahrazována břízou pýřitou (ÚRADNÍČEK et al. 2009; CLAESSENS et al. 2010; ELLENBERG 2009).

Olše je řazena mezi pionýrské, světlomilné, a tedy i rychle rostoucí, ale krátkověké dřeviny (BRZEZIECKI, KIENAST 1994; CLAESSENS et al. 2010). Výškový přírůst olše kulminuje velice záhy – obvykle mezi 4. – 10. rokem; po 50 (70) letech začíná klesat její vitalita, dřevo začíná podléhat houbovým patogenům a mezi 100. (120.) – 160. rokem (podle stanoviště) olše odumírá. Pouze výjimečně se některé exempláře dožívají 300 let (SVOBODA 1957). Na nejlepších stanovištích může olše dorůst až 35 metrů, obvykle i zde nepřesáhnou její výšky 30 (25) metrů.

V rámci svého přirozeného areálu vykazuje olše nejlepší růst, a tedy i produkci v jihovýchodní a severovýchodní části Evropy (SVOBODA 1957; CLAESSENS et al. 2010). Přesto je průběh výškového růstu v jednotlivých regionech obdobný (JOHANSSON 1999b; CLAESSENS et al. 2010). Pro jednotlivé regiony (země) se liší uváděné rozpětí bonit (výška H – 50 let) – nejširší nalezneme v Rumunsku (10,5–26 m), naopak nejužší (19–28,5 m) v Německu. Pro Českou republiku (ÚHŮL 1990) nalezneme rozpětí bonit (pro H – 50) od 11 m (16 m pro H – 100) do 24 m (30 m pro H – 100). ČERNÝ, PAŘEZ (1998) pak uvádí rozpětí od 16 do 28 m (H – 80), LOCKOW (1998) 22–34 m (H – 100) pro severovýchodní oblast Německa

Stanoviště nejlepších bonit jsou pro všechny regiony totožné – humózní půdy, především v nížinách, podél vodních toků s vysokou hladinou proudící spodní vody, a tedy i dostatkem kyslíku v půdním profilu (SVOBODA 1957; THIBAUT et al. 2004; CLAESSENS et al. 2010). Na ostatních typech stanovišť (periodicky zaplavované a vysychající půdy, močály, rašelinisté) olše výrazně zaostává svým růstem i produkcí a převažovat by zde měly mimoprodukční efekty její kultivace (CLAESSENS et al. 2010). THIBAUT et al. (2004) dle šetření olšových porostů v jižní Belgii naznačují průběh výškového růstu pro tři typy stanovišť: a) břehové porosty nejlepších bonit; b) močály, kde sice olše v mládí roste nejlépe, ale později zaostává v růstu z důvodu nedostatku kyslíku v půdě; c) těžké periodicky vysychavé půdy s výrazně nižší bonitou danou mj. špatným růstem kořenů.

Jak uvádějí CLAESSENS et al. (2010), na výše uvedených stanovištích nejlepších bonit je dosažitelná produkce olše lepkavé srovnatelná s produkcí ostatních rychle rostoucích listnatých dřevin – javoru nebo jasanu; v 80 letech zde mohou olšové porosty vyprodukovat 500–1000 m<sup>3</sup>, při průměrném ročním objemovém přírůstu 6–12 m<sup>3</sup>/ha. Běžný roční objemový přírůst v těchto porostech kulminuje kolem 20. roku a pohybuje se v rozmezí 13 až 18 m<sup>3</sup>/ha. Taxační tabulky pro ČR (ÚHŮL 1990) udávají produkci olšových porostů výrazně nižší – ani na nejlepších stanovištích (bonita 30) nepřesáhne celková objemová hektarová produkce v přepočtu ve 100 letech 400 m<sup>3</sup>. ČERNÝ, PAŘEZ (1998) uvádí maximální objemovou produkci olše v 80 letech pouze 260 m<sup>3</sup>, což je např. výrazně méně než pro nejvyšší bonity u břízy, pro kterou zde nalezneme pro stejný věk zásobu 509 m<sup>3</sup>. Tyto výrazně nižší produkční parametry olše v České republice mohou být způsobeny dlouhodobým upřednostňováním jiných dřevin na nejlepších stanovištích pro růst olše. Tato situace je ale obdobná i v dalších státech střední a západní Evropy (CLAESSENS et al. 2010). Německé tabulky pro oblast severovýchodních nížin udávají ve věku 50 let celkovou produkci v rozmezí 240–700 m<sup>3</sup>/ha (porostní zásoba v daném věku 187–455 m<sup>3</sup>/ha hroubí), běžný objemový přírůst s kulminací okolo věku 20 let kolísá v rozpětí 7–21 m<sup>3</sup>/ha (LOCKOW 1998).

Přestože se olše dobře obnovuje vegetativně z pařezových výmladků, poznatky o produkci výmladkových porostů olše jsou omezené. Možným důvodem omezeného zájmu o výmladkové hospodářství olše lepkavé je snížená kvalita dřeva (krivost, častý výskyt jádrového dřeva). MEEUWISSEN, ROTTIER (1984) udávají v pařezinách olše lepkavé střední přírůst biomasy v rozmezí 1,8–5,1 t/ha, ve sledovaných porostech se jednalo o původní pařeziny převáděné na les vysoký (věk 30–50 let). Více poznatků o produkci pařezin s dominantním zastoupením olše šedé pochází ze severovýchodních zemí (DAUGAVIETE 2011), střední objemový přírůst biomasy v hodnocených porostech ve věku 1–5 let kolísá okolo 8 t/ha a rok.

Parametrem dokreslujícím produkční parametry olše lepkavé je hustota dřeva; ta se u této dřeviny při 12% vlhkosti pohybuje kolem 540 kg/m<sup>3</sup>, a olše je tak řazena mezi dřeviny s nízkou hustotou (HORÁČEK 1998; CLAESSENS et al. 2010).

Jak dále uvádí CLAESSENS et al. (2010), na celkovou produkci porostů olše lepkavé má vliv i porostní výchova, resp. pěstební postupy. Dříve doporučované postupy zaměřené na „porostní výchovu“, které jsou provázány s dostupnými tabulkovými parametry olšových porostů, pracovaly obvykle s delším obmýtím 80–100 let. Moderní výchova je naopak zaměřena na cílové stromy, kde je možné docílit požadovaných dimenzí kolem 40–50 cm v relativně krátké době – obvykle do 50 let. V přibližně tomto věku totiž vytváří olše nepravé jádro, které snižuje zpeněžení jejího dříví.

Mimo výše uvedená vysoce produkční stanoviště je možné využívat olši také na půdách pro ni méně příznivých, a to jako dřevinu přípravou s meliorační a krycí funkcí (POMMERENING, MURPHY 2004; HURT, MAUER 2016; SOUČEK et al. 2016). Např. MARTINÍK et al. (2018b) a MARTINÍK, SENDECKÝ (2018) dokládají úspěšné časné odrůstání olše jak na hydricky normálních, tak především na periodicky zamokřovaných půdách, kde svým růstem převyšuje břízu bělokorou i topol osiku. Přes její úspěšné odrůstání v raném věku lze na většině těchto méně příznivých stanovišť počítat jen s její krátkodobou účastí v porostní výstavbě (CLAESSENS et al. 2010). SVOBODA (1957) uvádí věk do 10 let, kdy je schopna olše snášet i půdy s nevyhovujícím vodním režimem, což vzhledem k rychlému odrůstání může být dostatečná doba na zlepšení podmínek pro kultivaci dřevin náročnějších jako je jedle, dub nebo buk.

### Topol osika (*Populus tremula* L.)

Topol osika je po borovici lesní (*Pinus sylvestris* L.) dřevinou s největším přirozeným areálem rozšíření. Přirozeně se vyskytuje napříč eurosasijským kontinentem; jeho areál zasahuje až do Japonska a severní Afriky (WORRELL 1995a; CAUDULLO, DE RIGO 2016). Široký areál rozšíření této dřeviny je spojen s vylišováním řady dílčích ekotypů (odrůdy) lišících se svou morfologií a růstem (MOTL, ŠPALEK 1961; MOTT, ŠTĚRBA 1988; WORRELL 1995a). Na stranu druhou se větší na autorů kloní k hypotéze, že růst a morfologii osiky ovlivňuje především stanoviště a pěstební péče (POSPÍŠIL 1981; WORRELL 1995a, 1995b; JOHANSSON 1996).

Rozsáhlý přirozený areál topolu osiky je spojen s jeho širokou ekologickou valencí. V severní části svého areálu vystupuje osika do nadmořské výšky 500 m, u nás ji nacházíme až do 800–1000 m n. m. a v jižní Evropě vystupuje až k 1900 m n. m. (WORRELL 1995a, 1995b; ČÍZKOVÁ et al. 2020). Osika roste na nejrůznějších podkladech; častá je na lužních, periodicky zaplavovaných stanovištích, vyskytuje se však i na vápenci nebo na půdách rašeliništního charakteru (SVOBODA 1935). Nejlepších růstových vlastností dosahuje na stanovištích vzdušných, dobře zásobených vodou i živinami (SVOBODA 1935; 1957; WORRELL 1995a, 1995b).

Osika je považována za dřevinu světlomilnou a rychle rostoucí. V porovnání s ostatními druhy topolu však roste pomaleji a nedosahuje

takové produkce (WORRELL 1995a; NIEMCZYK et al. 2019). To platí především ve srovnání s mimoevropským druhem *P. tremuloides* a hybridním druhem *P. tremula* × *tremuloides*. V našich podmínkách je produkce topolu černého (*P. nigra*) nebo bílého (*P. alba*), případně i topolu šlechtěného (*P. euroamericana*; *P. nigra* × *P. deltoides*) v nejteplejších oblastech a na lužních stanovištích větší než topolu osiky. Také proto je doporučováno pěstovat osiku především mimo tyto oblasti (stanoviště), kde by měly být upřednostněny výše uvedené druhy (MOTT, ŠPALEK 1961).

V mládí ovlivňuje rychlost růstu osiky původ obnovy. Kořenové výmladky mohou během prvního roku po odstranění mateřského jedince dorůst až do výšky kolem dvou metrů; naopak jedinci generativního původu obvykle po prvním roce nepřekročí výšku 30–40 cm. Od druhého roku života rostou i jedinci generativního původu rychle, v 10 letech můžou dorůst výšky až 7 m (SVOBODA 1957; WORRELL 1995a). Maximální čistou produkci biomasy lze u topolu očekávat ve věku mezi 18–32 lety (RYTTER, STENER 2005). Po 30. – 50. roce růst zvolňuje a následně ustává. Ve věku do 50 let bývá produkce osiky na většině stanovišť vyšší, než je tomu u smrku (JOHANSSON 2006; MYKING et al. 2011); po tomto věku se na produkci nesmíšených porostů osiky projevují vysoké nároky na světlo a u smrku schopnost snášet zástín (WORRELL 1995b; MYKING et al. 2011). Obvykle mezi 60. – 80. rokem se výrazně zhoršuje zdravotní stav dospělých jedinců; pouze výjimečně se osika dožívá 200 let. Výjimkou jsou vegetativně přezívající klony (SVOBODA 1935; SVOBODA 1957; WORRELL 1995a).

Osika může ve vhodných podmínkách dorůst až 40 metrů výšky a výčetní tloušťky převyšující 1 m. Dobré růstové a produkční vlastnosti přitom tato dřevina vykazuje jak ve srážkově chudších stepních oblastech střední a východní Evropy, tak i v chladnějším Pobaltí (SVOBODA 1935). Vliv stanoviště na růst osiky lze vyjádřit bonitou. Bonitace osiky je přitom různá podle jednotlivých zemí, resp. oblastí. Podrobně je bonitní vějíř osiky vylišen v severní Evropě, kde se ukazuje, že kromě stanoviště (půdy) může mít na růst a produkci osiky vliv také průběh srážek, klima a zeměpisná šířka (WORRELL 1995a; JOHANSSON 1996; PERALA et al. 1996). Naopak bonitace a hodnocení produkčního potenciálu osiky ve střední a západní Evropě jsou zatíženy faktem, že zde tato dřevina roste především na méně úrodných stanovištích. Důvodem je hospodářská preference jiných druhů a také odstraňování této dřeviny z porostů, kde se přirozeně zmladila (SVOBODA 1935; WORRELL 1995a, 1995b).

Pro podmínky České republiky byly sice vytvořeny „Taxační tabulky“ (ÚHŮL 1990), kde je uveden také topol, bohužel bez rozlišení na druh. Bonitní stupně jsou zde odstupňovány po dvou metrech v rozmezí 16 metrů (8. bonita) až 30 metrů (1. bonita). Zásoba pro první bonitu ve 100 letech zde činí cca 540 m<sup>3</sup>. SVOBODA (1957) přitom uvádí produkci osikových porostů na nejlepších stanovištích až 369, resp. 572 m<sup>3</sup> v padesáti a sto letech. Objemový přírůst v těchto porostech je na úrovni 9,9, resp. 10,6 m<sup>3</sup> ročně. V severní Evropě je produkce osiky srovnatelná s ostatními listnatými dřevinami, kdy může dosahovat 4–10 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> ročně (WORRELL 1995b). Na nejlepších stanovištích zde mohou porosty osiky v mýtném věku 55 let vyprodukovat až 400 (412) m<sup>3</sup> (Zehngraff 1947 in JOHANSSON 1996). I zde jsou za stanoviště, kde lze očekávat nejlepší růst a největší produkci považovány vlhké a nutričně bohaté půdy, ne však příliš těžké, hlinité. Naopak nevhodné pro růst osiky jsou půdy chudé a písčité, kde osika roste pomalu a má křivý kmen. JOHANSSON (1996) dále zjistil, že textura půdy na živných substrátech nemá ve Švédsku vliv na výšku (bonitu) osiky.

Při srovnávání produkce porostů osiky s jinými dřevinami je potřeba zohlednit také odlišnou hustotu dřeva (v kg/m<sup>3</sup>). HORÁČEK (1998) řadí osiku, spolu s našimi hlavními jehličnany (smrk borovice), vrby a olšemi mezi druhy s nízkou hustotou dřeva (pod 540 kg/m<sup>3</sup>). WORRELL (1995b) uvádí hustotu dřeva osiky 430 kg/m<sup>3</sup>, LIEPINŠ et al. (2017) dokonce pouze 393 kg/m<sup>3</sup>. Vlivem stanovištních podmínek na

konvenční hustotu dřeva osiky se zabýval KRÁSENSKÝ (2020). Autor provedl šetření v sedmi porostech se zastoupením osiky rostoucích na živných a vodou obohacených stanovištích 1. – 5. lesního vegetačního stupně napříč Moravou; zjištěná průměrná hodnota konvenční hustoty se pohybovala od 397 do 419 kg/m<sup>3</sup>. Přitom vliv stanoviště nebyl významný.

Význam hustoty dřeva pro hodnocení produkčního potenciálu je patrný ze studie, kterou publikovali MARTINÍK et al. (2017). V této studii byla mj. srovnávána produkce dvou přirozeně vzniklých, stejně starých porostů břízy a osiky rostoucích na živném stanovišti 3. LVS. Zásoba mladého sedmnáctiletého porostu osiky byla o 10 m<sup>3</sup> (hroubí), resp. 14 m<sup>3</sup> (kmen) větší než zásoba stejně starého porostu břízy, produkce dřevní biomasy však byla o 19 t/ha vyšší v porostu břízy: 70 t/ha (osika) vs. 89 t/ha (bříza).

Převahu objemové produkce ve středně starých porostech osiky nad ostatními dřevinami na živných stanovištích středních poloh dokládají výše uvedení autoři (MARTINÍK et al. 2017) také na příkladu další série porostů. Pro asi dvacetileté porosty uvádí následující hodnoty zásoby hroubí (m<sup>3</sup>/ha): smrk – 140; buk – 125,5; bříza – 137,5; směs (OS+BR) – 177 a osika – 246.

Osika vykazuje silnou a dlouhodobou výmladnost z kořenů, pařezová výmladnost záhy ustává. Poznatky o produkci lesních porostů osiky z výmladků v rámci Evropy chybí.

#### Vrba jíva (*Salix caprea* L.)

Vrba jíva je rozšířena napříč euroasijským areálem v temperátní i boreální zóně (SVOBODA 1957; ÚRADNÍČEK et al. 2009). Široká ekologická amplituda druhu umožňuje růst v různých stanovištních podmínkách, s výjimkou trvale vodou ovlivněných stanovišť. Roste od nížin až po horské polohy, přirozeně osidluje porostní okraje nebo disturbovaná místa, která splňují její vysoké nároky na světlo. Do věku 10–15 let vykazuje jíva výškový růst srovnatelný s ostatními pionýrskými dřevinami, ve vyšším věku výškový růst rychle klesá a ostatní dřeviny ji výškově předrůstají. Již při bočním zastínění jíva snižuje růst a vitalitu, při horním zastínění rychle zasychá. Na plochách s nízkou konkurencí se koruna rozrůstá do šířky. Literární zdroje zmiňují jívu jako mnohakmenný keř nebo strom menšího vzrůstu (10–12 m) s často netvárným kmenem, FALINSKI (1998) pro oblast Białowieže (SV Polsko) uvádí výšku jívy srovnatelnou s břízou (až 30 m). Naproti tomu TIEBEL et al. (2019) analyzovali jívu s výškou 7–10 m a tloušťkou 11–38 cm. Průměr kmene zpravidla nepřesáhne 50 cm. S rostoucím věkem se zhoršuje zdravotní stav, častý výskyt hnilob způsobuje výskyt zlomů nebo vývrátů. FALINSKI (1997) uvádá nejvyšší zjištěný věk 74 let, u stromů se samčími květy maximální věk jedince dosáhl 58 let.

Poznatky o vlivu stanovištních podmínek na růst a produkci vrby jívy nejsou známy. Při obnově lesa na kalamitních holinách se od jívy očekává zejména plnění ostatních funkcí lesa. Vysoký význam má jako meliorační a půdoochranná dřevina, zvyšuje biodiverzitu a estetiku lesa. Ekonomické využití dřevní hmoty je omezené, při rychlém růstu v mládí může být zajímavý i její růstový (produkční) potenciál.

Podle šetření PAJTÍKA et al. (2018) má jíva do tloušťky 7 cm na pařezu srovnatelnou objemovou produkci kmene s modřínem, borovicí i jeřábem ptačím. Nízkou produkci sušiny ovlivňuje nižší hustota dřeva (zjišťováno spolu s kůrou). SANIGA, JALOVÍAR (2007) hodnotili produkci přípravného porostu jívy v komplexu Badinského pralesa, ve věku 38 let produkoval porost jívy v horní etáži 197 m<sup>3</sup>/ha hroubí. Ve středním věku jívy 58 let objem hroubí stále ještě dosahoval 156 m<sup>3</sup>/ha, počet stromů se během předchozích 9 let snížil o 23 %. Bříza tuto produkci ve srovnatelném věku dosahuje na absolutní bonitě

24 m. JOHANSSON (2011) na území jižního Švédska stanovil biomasu porostů jívy ve věku 5–66 let, při středním věku 37 let produkce sušiny činila 95 tun/ha se středním ročním přírůstem 2,63 tuny/ha. Poznatky o hustotě dřeva jívy jsou omezené, JOHANSSON (2011) udává konvenční hustotu dřeva jívy 473 kg/m<sup>3</sup>, jen nepatrně vyšší hodnoty 480 kg/m<sup>3</sup> uvádí SENNERBY-FORSSE (1989). PAJTÍK et al. (2018) zjistili hodnotu 324 kg/m<sup>3</sup> dřeva s kůrou. Pro hustotu při 12% vlhkosti můžeme také vycházet z údajů, které publikoval WAGENFÜHR (1999). Ten udává hodnotu 350 kg/m<sup>3</sup>, ale pro příbuzný druh vrbu bílou.

Jíva se snadno obnovuje generativně i vegetativně. Dosažená výška semenáčků v prvním roce nepřesahuje 15 cm, v dalších letech je výškový růst srovnatelný s ostatními pionýrskými dřevinami. Počty pařezových výmladků závisí na věku a rozměrech původního stromu, výška výmladků již v prvním roce může přesáhnout 2 m (max až 4 m). Mnohakmené keře se širokou korunou často vznikají pařezovou výmladností následkem poškození původního kmínku.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem předkládaného článku bylo formou literární rešerše analyzovat vliv stanovištních podmínek na produkci vybraných druhů pionýrských dřevin – břízy bělokore, olše lepkavé, topolu osiky a vrby jívy, a to především v souvislosti s jejich uplatněním při obnově lesa po kalamitách. Uvedené dřeviny lze charakterizovat řadou společných vlastností – např. časná kulminace výškového a objemového přírůstu, krátkověkost a také vysoké nároky na světlo, které vytváří předpoklady k obdobnému růstu, produkčnímu potenciálu a konečně i pěstebním postupům. Společným ukazatelem pěstování břízy, olše a osiky k hodnotové produkci je např. délka obmýti, která by neměla u těchto dřevin překročit rámcově 50 let. Jsou zde ale i rozdíly. Např. odlišná hustota dřeva, která je z uvedených dřevin nejvyšší u břízy. Nebo nižší dosažitelné výšky u vrby jívy; ta je z analyzovaných dřevin k produkčním účelům nejméně vhodná. Pro všechny druhy pak platí, že největší produkci dosahují na půdách nutričně bohatých. Také vlhkostní poměry výrazně ovlivňují produkci těchto dřevin. Zatímco olše je na dostatečné půdní (případně i vzdušné) vlhkosti životně závislá, v případě ostatních dřevin je z produkčního hlediska zásadní optimální kombinace vzdušné i půdní vlhkosti v kombinaci s fyzikálními vlastnostmi půd. Pro pěstování osiky, ale i olše se dále jeví vhodnější nižší polohy, než je tomu u břízy. Samotná volba pionýrské dřeviny při umělé obnově lesa bude přitom kromě stanoviště závislá také na pěstebním, resp. hospodářském cíli. Výše uvedené „kratší obmýti“ v délce kolem 50 let představuje u pionýrských dřevin produkční výhodu oproti dřevinám dlouhověkým, také nazývaným dřevinám cílovým.

#### Poděkování:

Příspěvek vznikl díky finanční podpoře projektu NAZV č. QK1920328 „Komplexní řešení obnovy a pěstování lesa v oblastech s rychlým velkoplošným hynutím lesa“.

## LITERATURA

- ALBERT K., ANNIGHÖFER P., SCHUMACHER J., AMMER C. 2014. Biomass equations for seven different tree species growing in coppice-with-standards forests in Central Germany, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29 (3): 210–221, DOI: 10.1080/02827581.2014.910267
- BRADÁČ V. 1991. Příčiny neúspěchu výsevů břízy. *Lesnická práce*, 70 (10): 299–302.
- BRANG P., SPATHELF P., LARSEN J.B., BAUHUS J., BONCINA A., CHAUVIN C., DRÖSSLER L., GARCÍA-GÜEMES C., HEIRI C., KERR G., LEXER M.J., MASON M., MOHREN F., MÜHLETHALER U., NOCENTINI S., SVOBODA M. 2014. Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change, *Forestry*, 87 (4): 492–503. DOI: 10.1093/forestry/cpu018
- BRZEZIECKI B., KIENAST F. 1994. Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model. *Forest Ecology and Management*, 69 (1–3): 167–187. DOI: 10.1016/0378-1127(94)90227-5
- CAMERON A.D. 1996. Managing birch woodlands for the production of quality timber. *Forestry*, 69 (4): 357–371. DOI: 10.1093/forestry/69.4.357
- CAUDULLO G., DE RIGO D. 2016. *Populus tremula* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J. et al. (eds.): *European atlas of forest tree species*. Luxembourg, Publication Office of the European Union: 197 s.
- CLAESSENS H., OOSTERBAAN A., SAVILL P., RONDEUX J. 2010. A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices, *Forestry*, 83 (2): 163–175. DOI: 10.1093/forestry/cpp038
- ČERMÁK, P., ZATLOUKAL V., CIENCIALA, E., POKORNÝ, R. et al. 2016. Katalog lesnických adaptačních opatření. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 152 s.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J. 1998. Růstové tabulky dřevin České republiky. Modřín, jedle, jasan, bříza, olše černá, topol, habr, akát, douglaska. Jílové u Prahy, Ústav pro výzkum lesních ekosystémů: 119 s.
- ČÍŽKOVÁ L., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P. 2020. Možnosti využití domácích druhů rodu *Populus* v lesnické praxi. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 33 s. Lesnický průvodce 2/2020.
- DAUGAVIETE M. 2011. Above-ground biomass in young grey alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) stands. *Baltic Forestry*, 17 (1): 76–82.
- DUBOIS H., VERKASALO E., CLAESSENS H. 2020. Potential of birch (*Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh.) for forestry and forest-based industry sector within the changing climatic and socio-economic context of Western Europe. *Forests*, 11: 336. DOI: 10.3390/f11030336
- DUDÍK R. et al. 2018. Vyhodnocení plnění funkcí lesa u březových porostů, ekonomiky březového hospodářství a návrh východisek pro hospodaření s břízou v ČR. Závěrečná zpráva z řešení projektu – Výzkumné projekty grantové služby LČR. Praha, ČZU: 126 s.
- DUDÍK R. et al. 2021. Ekonomika a pěstování březových porostů jako alternativa obnovy chřadnoucích smrkových porostů v České republice. Závěrečná zpráva z řešení projektu – Výzkumné projekty grantové služby LČR, č. 90. Praha, ČZU: 167 s.
- ELLENBERG H. 2009. *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge, Cambridge University Press: 756 s.
- ERIKSSON H., JOHANSSON U., KIVISTE A. 1997. A site-index model for pure and mixed stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12: 149–156. DOI: 10.1080/02827589709355396
- FALINSKI J.B. 1997. Declines in population of *Salix caprea* L. during forest regeneration after strong herbivore pressure. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 66: 87–109.
- FALINSKI J.B. 1998. Dynamics of *Salix caprea* L. populations during forest regeneration after strong herbivore pressure. *Journal of Vegetation Science*, 9 (1): 57–64. DOI: 10.2307/3237223
- FERM A. 1993. Birch production and utilization for energy. *Biomass and Bioenergy*, 4: 391–404. DOI: 10.1016/0961-9534(93)90061-8
- GIAGLI K., VAVRČÍK H., FAJSTAVR M., ČERNÝ J., NOVOSADOVÁ K., MARTINÍK A. 2019. Stand factors affecting the wood density of naturally regenerated young silver birch growing at the lower altitude of the Czech Republic region. *Wood Research*, 64 (6): 1011–1022.
- HAUSEROVÁ E. 2019. Konvenční hustota dřeva kmenové části břízy bělokoré (*Betula pendula* Roth.) v závislosti na struktuře porostu. Brno, Mendelu v Brně: 54 s.
- HEIN S., WINTERHALTER D., WILHELM G.J., KOHNLE U. 2009. Wertholzproduktion mit der Sandbirke (*Betula pendula* Roth): Waldbauliche Möglichkeiten und Grenzen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 180: 206–219.
- HLÁSNÝ T., HOLUŠA J., ŠTĚPÁNEK P., TURČÁNI M., POLČÁK N. 2011. Expected impacts of climate change on forests: Czech Republic as a case study. *Journal of Forest Science*, 10: 422–431. DOI: 10.17221/103/2010-JFS
- HORÁČEK P. 1998. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 124 s.
- HURT V., MAUER O. 2016. Podsadby přípravných porostů břízy bělokoré, olše a jeřábu ptačího bukem lesním a jedlí bělokorou. Certifikovaná metodika. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 40 s.
- HYNYNEN J., NIEMISTÖ P., VIHERRÄ-AARNIO A., BRUNNER A., HEIN S., VELLING P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83: 103–119.
- HYTÖNEN J. 2020. Development of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.) coppice stands during nine years. *Forests* 11, 958.
- JOHANSSON T. 1996. Site index curves for European aspen (*Populus tremula* L.) growing on forest land of different soils in Sweden. *Silva Fennica*, 30 (4): 437–458. DOI: 10.14214/sf.a8503
- JOHANSSON T. 1999a. Biomass equations for determining fractions of pendula and pubescent birches growing on abandoned farmland and some practical implications. *Biomass and Bioenergy*, 16: 223–238. DOI: 10.1016/S0961-9534(98)00075-0
- JOHANSSON T. 1999b. Site index curves for common alder and grey alder growing on different types of forest soil in Sweden, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 14 (5): 441–453. DOI: 10.1080/02827589950154140
- JOHANSSON T. 2006. Site index conversion equations for *Picea abies* and five broadleaved species in Sweden: *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Betula pendula*, *Betula pubescens* and *Populus tremula*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21 (1): 14–19. DOI: 10.1080/02827580500526015
- JOHANSSON T. 2011. Biomass of sallow (*Salix caprea* L.). Uppsala, Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU): 29 s. Raport 031.
- KARLSSON A. 2002. Site preparation of abandoned fields and early establishment of planted small-sized seedlings of silver birch. *New*

- Forests, 23: 159–175. DOI: 10.1023/A:1015605216150
- KOUŘÍLEK O. 2020. Vliv stanovištních podmínek na růst a vlastnosti dřeva břízy bělokoré (*Betula pendula* Roth.). Brno, MENDELU v Brně: 66 s.
- KRÁSENSKÝ J. 2020. Vliv stanovištních podmínek na konvenční hustotu dřeva topolu osiky (*Populus tremula* L.). Brno, MENDELU v Brně: 54 s.
- LIEPIŇŠ J., IVANOVŠ J., LAZDIŇŠ A., JANSONŠ J., LIEPIŇŠ K. 2017. Mapping of basic density within European aspen stems in Latvia. *Silva Fennica*, 51 (5): 7798. DOI: 10.14214/sf.7798
- LOCKOW K.W. 1996. Ertragstafel für die Sandbirke (*Betula pendula* Roth) im Nordostdeutschland. Eberswalde, Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde, Fachgebiet Waldwachstum: 47 s. Dostupné na/Available on: <https://docplayer.org/192272104-Ertragstafel-fuer-die-sandbirke-betula-pendula-roth-in-nordostdeutschland-lockow.html>
- LOCKOW K.W. 1998. Ertragstafel für die Roterle (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalde, Landesforstanstalt Eberswalde, Dezernat Waldwachstum: 55 s. Dostupné na/Available on: <https://docplayer.org/196408339-Forst-ertragstafel-fuer-die-roterle-alnus-glutinosa-l-gaertn-im-nordostdeutschen-tiefland-lockow.html>
- MÁRD H. 1996. The influence of a birch shelter (*Betula* spp) on the growth of young stands of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11: 343–350. DOI: 10.1080/02827589609382945
- MARTINÍK A. 2014. Obnova lesa sjíjí břízou – zkušenosti ze smrkového porostu po větrné kalamitě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 59 (1): 35–39.
- MARTINÍK A. 2016. Zkušenosti se zakládáním přípravných porostů sjíjí břízou. In: Kacálek, D. et al. (eds.): *Funkce lesa v měnících se podmínkách prostředí*. Sborník původních vědeckých prací u příležitosti 17. vědecké konference pěstitelů lesa. Dobruška, 30.–31. 8. 2016. Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 29–36. *Proceedings of Central European Silviculture*. Volume 6.
- MARTINÍK A., ADAMEC Z., KREJZA J. 2017. Struktura, produkce a stabilita mladých porostů s převahou břízy a osiky vzniklých sukcesí po alochtonním smrku v oblasti Nížkého Jeseníku. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 68 s.
- MARTINÍK A., SENDECKÝ M. 2018. Vliv stanovištních podmínek na odrůstání výsadby dřevin pionýrských. In: Baláš, M. et al. (eds.): *Pěstování lesů ve střední Evropě*. Sborník vědeckých prací u příležitosti 19. mezinárodního setkání pěstitelů lesa střední Evropy. Doksy, 4.–5. 9. 2018. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 78–86. *Proceedings of Central European Silviculture*. Vol. 8.
- MARTINÍK A., KNOTT R., KREJZA J., ČERNÝ J. 2018a. Biomass production of *Betula pendula* Roth. stands regenerated in the region of allochthonous *Picea abies* (L.) dieback. *Silva Fennica*, 52 (5): 9985. DOI: 10.14214/sf.9985
- MARTINÍK A., SENDECKÝ M., URBAN J. 2018b. Survival and early growth of silver fir and pioneer species on two sites in nurse crop regeneration systems in the Czech Republic. *Dendrobiology*, 81: 81–90. DOI: 10.12657/denbio.080.008
- MEEUWISSEN T.W.M., ROTTIER H. 1984. Development of alder (*Alnus glutinosa*) coppice. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 32: 240–242.
- MOTTL J., ŠPALEK V. 1961. *Pěstujeme topoly*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 309 s.
- MOTTL J., ŠTĚRBA S. 1988. *Metodické pokyny pro pěstování osiky. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 92 s. Lesnický průvodce 1/1998.*
- MYKING T., BØHLER F., AUSTRHEIM G., SOLBERG E.J. 2011. Life history strategies of aspen (*Populus tremula* L.) and browsing effects: a literature review. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 84: 61–71. DOI: 10.1093/forestry/cpq044
- NIEMCZYK M., PRZYBYSZ P., PRZYBYSZ K., KARWAŃSKI M., KALISZEWSKI A., WOJDA T., LIESEBACH M. 2019. Productivity, growth patterns, and cellulosic pulp properties of hybrid aspen clones. *Forests*, 10 (5): 450. DOI: 10.3390/f10050450
- NIEMISTÖ P. 1995. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the growth and yield of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research*, 10 (1–4): 245–255. DOI: 10.1080/02827589509382890
- PAJTÍK J., KONÓPKA B., ŠEBEŇ V. 2018. *Mathematical biomass model for young individuals of forest tree species in the region of the western Carpathians*. Zvolen, National Forest Centre: 89 s.
- PERALA D.A., HOST G.E., JORDAN J.K., CIESZEWSKI C.J. 1996. Multiproduct growth and yield model for the circumboreal aspens. *Northern Journal of Applied Forestry*, 13 (4): 164–170. DOI: 10.1093/njaf/13.4.164
- POLENO Z. et al. 2011. *Pěstování lesů. I. Ekologické základy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 315 s.
- POMMERENING A., MURPHY S.T. 2004. A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. *Forestry*, 77: 27–44. DOI: 10.1093/forestry/77.1.27
- POSPÍŠIL J. 1981. Šlechtění lesních dřevin a využití hybridního osiva – základní racionalizační prvek lesnické výroby. I. – Soubor separátních výtisků a původních vědeckých prací. Příloha doktorské disertační práce. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně, Fakulta lesnická.
- PRETZSCH H. 2009. *Forest dynamics, growth and yield: From measurement to model*. Berlín – Heidelberg, Springer: 664 s.
- PRŮŠA E. 2001. *Pěstování lesů na typologických základech*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 590 s.
- RYTTER L., STENER L-G. 2005. Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. *Forestry*, 78: 285–295. DOI: 10.1093/forestry/cpi026
- SANDS R. 2005. *Forestry in global context*. Wallingford, CABI: 272 s.
- SANIGA M., JALOVIAK P. 2007. Die Rolle und Erhaltung der Pioneerbaumarten in Rahmen der ontogenetischen Entwicklung des Waldes im Urwald Baden. In: *Die Rolle der Weichlaubebäume im Waldbau*. 17. Waldbau-Kolloquium Brno-Tharandt vom 15. Oktober bis 17. Oktober 2007 in Tharandt. Tharandt, Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Waldbau: 53–59.
- SENNERBY-FORSSE L. 1989. Wood structure and quality in natural stands of *Salix caprea* L. and *Salix pentandra* L. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, Fac. of Forestry: 17 s. *Studia Forestalia Suecia*, 182.
- SCHWAPPACH A. 1903. *Leitfaden der Holzmeßkunde*. Berlin, Springer: 173 s.
- SOUČEK J., ŠPULÁK O., LEUGNER J., PULKRAB K., SLOUP R., JURÁSEK A., MARTINÍK A. 2016. *Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin*. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 35 s. Lesnický průvodce 10/2019.

- SOUČEK J. 2017. Růst výmladků břízy bělokoré v závislosti na termínu těžby. In: Jaloviari, P., Saniga, M. (eds.): Adaptívny manažment pestovania lesov v procese klimatickej zmeny a globálneho otepľovania. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene 2017: 171–175. Proceedings of Central European silviculture. Vol. 7.
- STARK H., NOTHDURFT A., BLOCK J., BAUHUS J. 2015. Forest restoration with *Betula* ssp. and *Populus* ssp. nurse crops increases productivity and soil fertility. *Forest Ecology and Management*, 339: 57–70. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.12.003
- SVOBODA P. 1935. Biologie a pěstování osiky. Tábor, P. Svoboda: 91 s.
- SVOBODA P. 1957. Lesní dřeviny a jejich porosty. Část III. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 457 s.
- ŠPULÁK O., SOUČEK J., LEUGNER J. 2016. Nadzemní biomasa, živiny a spalné teplo v mladém sukcesním porostu přípravných dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 61 (2): 132–137.
- THIBAUT A., CLAESSENS H., RONDEUX J. 2004. Site index curves for *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. in southern Belgium: effect of site on curve shape. *Forestry*, 77 (2):157–171. DOI: 10.1093/forestry/77.2.157
- TIEBEL K., WEHNERT A., HUTH F., EREFUR C., BERGSTEN U., WAGNER S. 2019. Fruktifikation der Salweide am Beispiel Nordschwedens. *AFZ-Der Wald*, 12: 25–27.
- TUŽINSKÝ L., GREGOR J. (eds.) 2011. Veterná kalamita a smrekové ekosystémy – sborník referátů. Bratislava, Agentúra pro podporu výskumu a vývoja: 236 s.
- ÚHŮL. 1990. Taxační tabulky – grafická část. Brandýs nad Labem, ÚHŮL; Zbraslav, VŮLHM: 30 s.
- ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P., TICHÁ S., KOBLÍŽEK J. 2009. Dřeviny České republiky. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 366 s.
- URI V., VARES A., TULLUS H., KANAL A. 2007. Above-ground biomass production and nutrient accumulation in young stands of silver birch on abandoned agricultural land. *Biomass and Bioenergy*, 31:195–204. DOI: 10.1016/j.biombioe.2006.08.003
- URI V., VARIK M., AOSAAR J., KANAL A., KUKUMÄGI M., LÕHMUS K. 2012. Biomass production and carbon sequestration in a fertile silver birch (*Betula pendula* Roth) forest chronosequence. *Forest Ecology and Management*, 267:117–126. DOI: 10.1016/j.foreco.2011.11.033
- WAGENFÜHR R. 1999. Anatomie des Holzes: Strukturanalytik – Identifizierung – Nomenklatur – Mikrotechnologie. Leinfelden-Echterdingen.:DRW Verlag: 188 s.
- WORRELL R. 1995a. European aspen (*Populus tremula* L.): a review with particular reference to Scotland. 1. Distribution, ecology and genetic variation. *Forestry*, 68: 93–105. DOI: 10.1093/forestry/68.2.93
- WORRELL R. 1995b. European aspen (*Populus tremula* L.): a review with particular reference to Scotland. 2. Values, silviculture and utilization. *Forestry*, 68: 231–244. DOI: 10.1093/forestry/68.3.231
- ZAKOPAL V. 1955. Zlepšené způsoby zalesňování rozsáhlých kalamitních holín na Křivoklátsku. *Práce výzkumných ústavu lesnických*, 8: 7–42.



## EFFECT OF SITE CONDITIONS ON THE GROWTH AND YIELD OF SELECTED PIONEER SPECIES - REVIEW

## SUMMARY

The paper deals with production capacity of selected pioneer species – Silver birch, black alder, European aspen, and goat willow. Pioneer species are used for reforestation after calamities, and their production and yield are discussed nowadays (POMMERENING, MURPHY 2004; STARK et al. 2015; SOUČEK et al. 2016; MARTINÍK et al. 2018a; ČÍŽKOVÁ et al. 2020; DUBOIS et al. 2020). The review summarizes accessible information about ecology requirements and natural distribution of discussed species, their growth and yield according to the site conditions, and yield comparison of these species. We used professional books and scientific papers describing information about these species from the perspective of European conditions.

Silver birch, European aspen, black alder and goat willow are naturally distributed throughout Eurasia, they occupy wide range of climate and thrive on great diversity of soils (SVOBODA 1957; WORRELL 1995a; ELLENBERG 2009; ÚRADNÍČEK et al. 2009; HYNYNEN et al. 2010). The vigorous growth and marketable production of Silver birch are supposed on fertile soils with adequate moisture and air content (HYNYNEN et al. 2010; DUDÍK et al. 2021). Warmer climate and lower altitudes create optimum growing conditions for European aspen (ELLENBERG 2009). Rich sites and middle altitude are also considered optimum conditions for goat willow (ÚRADNÍČEK et al. 2009). Within all of Europe the occurrence of black alder is closely linked to availability and abundance of water (ELLENBERG 2009). The productivity of black alder is greatest on riverside site followed by plateau site with high level of soil moisture (SVOBODA 1957; CLAESSENS et al. 2010).

The mean annual volume increment (MAI) for analysed species varied from 4 to 10 (12) m<sup>3</sup>/ha, for goat willow relevant data are missing (FERM 1993; WORRELL 1995b; CAMERON 1996; CLAESSENS et al. 2010; HYNYNEN et al. 2010). Rotation period for these species should not be longer than 55 (60) years due to the risk of heart rot occurrence (HEIN et al. 2009; CLAESSENS et al. 2010; HYNYNEN et al. 2010). Although there are similarities in terms of cubic volume productivity, wood densities of analysed species are different. This affects biomass productivity; the highest potential shows Silver birch with maximum annual increment ranged from 5 to 7 t/ha within the age of 15–25 years (FERM 1993; URI et al. 2012; MARTINÍK et al. 2018a).

Silver birch shows highest wood densities, for 12% moisture content is around 650 kg/m<sup>3</sup> (CAMERON 1996; DUBOIS et al. 2020). Black alder followed with the volume around 540 kg/m<sup>3</sup> and the lowest wood densities (under 450 kg/m<sup>3</sup>) is described for goat willow and European aspen (WORRELL 1995b; CLAESSENS et al. 2010).

The fast growth at the young age predetermines pioneer species as nurse crop species (POMMERENING, MURPHY 2004; MARTINÍK, SENDECKÝ 2018). Nurse crop treatments, where productivity of pioneer species is suppressed, allow to use black alder also on drier sites, where dominant species should be birch (poor, acid and rich soil from lower to higher altitude) or aspen (rich soil of lower and middle altitudes).

Except for site conditions, silvicultural practice (i.e. site preparation, regeneration origin, tree densities, clearing and thinning) can affect growth and yield of pioneer trees or stands (NIEMISTÖ 1995; ERIKSSON et al. 1997; KARLSSON 2002; MARTINÍK et al. 2018b; DUBOIS et al. 2020; DUDÍK et al. 2021). Faster growth in the young and shorter rotation period advantages production of pioneer species contrary to common shade tolerate species as spruce, fir and beech, in the process of reforestation of large clearing (STARK et al. 2015; SOUČEK et al. 2016). In the present, growth of pioneer trees in forest stands is strongly influenced by the past decades approach, when pioneer species were considered as a weed (DUBOIS et al. 2020). They are growing on suboptimal site and this can lead to underestimation of yield class. Therefore, more detailed field survey is need to evaluate the yield of pioneer tree species.

*Zasláno/Received: 13. 12. 2021*

*Přijato do tisku/Accepted: 14. 04. 2022*