

# HODNOCENÍ RŮSTU JEDNOHO DRUHU A DVOU HYBRIDŮ *PAULOWNIA* SPP. V NEJTEPLEJŠÍ OBLASTI JIŽNÍ MORAVY

## EVALUATION OF THE GROWTH OF ONE SPECIES AND TWO HYBRIDS OF *PAULOWNIA* SPP. IN THE WARMEST PART OF SOUTH MORAVIA (CZECH REPUBLIC)

JIŘÍ KADLEC ✉ - KATEŘINA NOVOSADOVÁ - RADEK POKORNÝ

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

✉ e-mail: [jjiri.kadlec.uzpl@mendelu.cz](mailto:jjiri.kadlec.uzpl@mendelu.cz)

ORCID: J. Kadlec 0000-0002-0355-6456  
K. Novosadová 0000-0002-5207-762X  
R. Pokorný 0000-0001-5121-6694

### ABSTRACT

The size of area of plantations of fast-growing tree species, established on agricultural land in the Czech Republic (CR), is on the rise. In order to gain saw timber, it is necessary to choose other species (example: *Salix* spp. and *Populus* spp., their resulting product is wood chips), one of which could be *Paulownia* spp. In 2015, an experimental plot with the species of *Paulownia tomentosa* and two hybrids of *Paulownia* Shan-Tong and *Paulownia* Hybrid 9501 were established in South Moravia. The plants were periodically pruned up to a height of 3 m. After six years, *Paulownia* Hybrid 9501 had mean height of 9.4 m and DBH of 12.8 cm, *P. tomentosa* 7.3 m and 10.3 cm, respectively, and *P. Shan-Tong* 5.2 m and 9 cm, respectively. These values are well below the average, in comparison with those declared by the sellers. The limited growth was presumably caused by less precipitation and a shorter growing season, in comparison with the climate characteristics of the humid subtropical zone in which *Paulownia* species originated. It appears that *Paulownia* Hybrid 9501 could grow in conditions similar to those in South Moravia, however, with a slower growth.

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

**Klíčová slova:** plantáž; rychle rostoucí dřeviny; pilařský sortiment

**Key words:** plantation; fast-growing species; saw-timber assortment

### ÚVOD

Plantáže tvoří asi 3,5 % z celosvětové výměry lesů (cca 140 mil. ha) a jejich celková výměra se každoročně zvyšuje o cca 2–3 miliony hektarů (FAO 2020). PARMAR et al. (2015) předpokládají, že ve střednědobém až dlouhodobém horizontu se zvýší výměra zemědělských pozemků využívaných jako plantáže rychle rostoucích dřevin, a to z důvodu přechodu energetického průmyslu na obnovitelné zdroje energie. V roce 2000 tvořil podíl plantážního dřeva 35 % celosvětové produkce (WEGER, BUBENÍK 2010).

Dle usnesení vlády č. 1229/1999 se na území České republiky (ČR) nachází 265 tisíc hektarů zemědělských půd, které jsou potenciálně vhodné k zalesnění. Tyto pozemky mohou být obhospodařovány lesnický, nebo mohou být využity pro zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin (RRD), které poslouží jako zdroj obnovitelné ener-

getické suroviny (KACÁLEK, PODRÁZSKÝ 2006). V podmínkách ČR se v současné době pro zakládání plantáží RRD využívají především druhy rodu *Salix* sp. a *Populus* sp., přičemž tyto výsadby slouží zejména jako zdroj energetické štěpky (WEGER et al. 2006; DRLÍKOVÁ et al. 2008). KNAUF, FRÜHWALD (2015) předpokládají, že v budoucnu dojde k omezení dostupnosti kvalitních pilařských sortimentů v dřevozpracujícím sektoru. Jednou z možností, jak na budoucí nerovnováhu trhu odpovědět je zakládání plantáží RRD, kde bude nutné využít dřeviny, které mají intenzivní dynamiku růstu a zároveň poskytnou kvalitní dřevní hmotu vhodnou pro dřevozpracující průmysl. Tomuto požadavku mohou odpovídat následující zástupci: *Acacia* sp. Miller, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Alnus* sp. Mill., *Casuarina* sp. L., *Fraxinus* sp. L., *Paulownia* sp. Siebold & Zucc., *Platanus* sp. L., *Populus* sp. L., *Prosopis* sp. L., *Robinia pseudoacacia* L., *Salix* sp. L. nebo *Tectona* sp. L. f. a další dřeviny (ARMSTRONG et al. 1999;

SIXTO et al. 2007). Některé z nich, např. *Ailanthus altissima*, jsou však považovány za vysoce invazní druhy a nejsou k výsadbě a šíření doporučeny ani v ČR, ani v Evropě (PYŠEK et al. 2022).

Pavlovnice je rychle rostoucí, opadavý listnatý strom (SMILEY 1961; IČKA et al. 2016), který se vyznačuje extrémně rychlým růstem, intenzivní výmladností a dobrou přizpůsobivostí různým klimatickým a půdním podmínkám (ZHAO-HUA et al. 1986; AKYILDIZ, KOL 2010; GARCÍA-MOROTE et al. 2014; IČKA et al. 2016). Dokáže vytvořit nejen dřevní hmotu pro energetické účely, ale i pro pilařské zpracování (AKYILDIZ, KOL 2010). Původní areál rozšíření *Paulownia* sp. je ve spodní části povodí řeky Jang-č'-tiang (ZHAO-HUA et al. 1986). Pavlovnice pro zdárný růst vyžaduje plné oslunění (BIO TREE 2015). Teplotní gradient všeobecně pro pavlovnice udávají EL-SHOWK, EL-SHOWK (2003) v rozmezí -25 až +47 °C. ZHAO-HUA et al. (1986) uvádí, že *Paulownia* spp. zdárně roste, v rámci svého původního areálu, v oblastech s ročním úhrnem srážek od 500 až po 3 000 mm, ba dokonce na některých stanovištích, kde celkový úhrn srážek klesá k 500 mm za rok. Pavlovnice jsou vysoce přizpůsobivé, co se týče nároků na půdu. BIO TREE (2016) a EL-SHOWK, EL-SHOWK (2003) stanovují nejvhodnější pH pro růst pavlovnice v rozmezí hodnot 5 až 8, přičemž tento interval odpovídá velké většině zemědělských půd ČR (SÁŇKA, MATERNA 2004).

Pavlovnice se v současné době jeví jako potenciálně vhodný druh, který by se ve větší míře mohl uplatňovat při zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin. Na trhu jsou desítky klonů/hybridů/variet, které byly vyšlechtěny pro různé klimatické podmínky, přičemž jednotliví distributoři reprodukčního materiálu u daných hybridů uvádí různý produkční potenciál, avšak některé jimi prezentované údaje o tloušťkovém a výškovém přírůstu se zdají být v podmínkách střední Evropy přinejmenším nadhodnocené. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli otestovat produkční potenciál jednoho druhu (*Paulownia tomentosa* Steud.) a dvou hybridů (*Paulownia* Shan-Tong a P. Hybrid 9501) v klimatických podmínkách jižní Moravy.

## MATERIÁL A METODIKA

### Popis plochy

Výzkumná plocha Sobůlky, která byla pojmenována podle sídla firmy vlastníci tuto plantáž, byla založena v roce 2015 na soukromém oploceném pozemku nedaleko Kyjova (okres Hodonín, 49°00'04,0" N; 17°08'01,7" E). Plantáž má výměru cca 0,21 ha a nadmořskou výšku zhruba 200 m. Historicky byla výzkumná plocha zemědělsky obhospodařována; dle pedologického průzkumu se zde nachází černozem modální (FAO 2015) – hlubokohumózní půdě vyvinuté z karbonátových sedimentů (NĚMEČEK 2001). Hydrický režim černozemě v 0,8 m a níže je obsah vody pod bodem vadnutí řadu let, ve svrchní části je optimální vlhkost v zimním a jarním období, jinak převládá přístupná voda se sníženou pohyblivostí (NĚMEČEK 2001). V tab. 1 jsou uvedeny průměrné měsíční teploty vzduchu a úhrny srážek získané z klimatické stanice v Kobylí (48°55'55,9"N; 16°53'42,4"E) za období 2015–2020 (CHMI 2022).

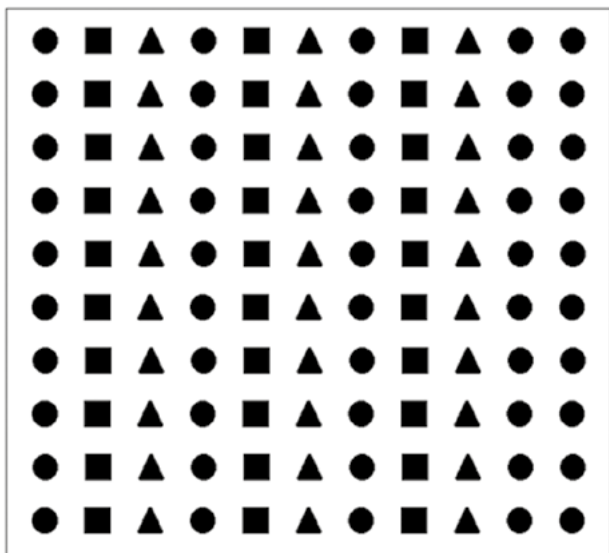
Na jaře v roce 2015 bylo na ploše vysazeno:

- 30 jedinců *Paulownia tomentosa* (varianta *Tomentosa*). Tento přírodně křížený druh (dále uvedeno jako "druh") s celosvětovým rozšířením (ZHAO-HUA et al. 1986; ÚRADNÍČEK 2013) se přirozeně vyskytuje v oblastech s celkovým úhrnem srážek 500–1 500 mm a odolává teplotám od -20 do +40 °C (ZHAO-HUA et al. 1986). Pěstuje se především jako okrasná dřevina, ale má potenciál k využití na štěpku, popřípadě na pilařské výřezy [2].
- 30 jedinců *Paulownia* Shan-Tong (varianta *Shan-Tong*). Tento kontrolovaně křížený hybrid (dále bude uvedeno jako "hybrid") *Paulownia fortunei* × *P. tomentosa* [2] odolává teplotám až -28 °C [3] a je odolný vůči suchu [2]. Po sedmi letech by měli jedinci dosahovat průměrné výčetní tloušťky 35 cm a produkovat až 0,6 m<sup>3</sup> dřevní hmoty [3]. Tento hybrid je využíván pro produkci biomasy a řeziva [2].

Tab. 1.

Průměrné měsíční hodnoty teploty vzduchu a úhrnu srážek  
Mean monthly values of air temperature and precipitation

| Rok/<br>Year                                       | Měsíc/Month |      |      |      |      |      |       |       |      |       |      |      | φ roční/<br>annual |
|--|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|--------------------|
|  | I.          | II.  | III. | IV.  | V.   | VI.  | VII.  | VIII. | IX.  | X.    | XI.  | XII. |                    |
| Průměrná teplota vzduchu/Mean air temperature      |             |      |      |      |      |      |       |       |      |       |      |      |                    |
| 2015   | 2,0         | 1,6  | 5,1  | 9,7  | 14,4 | 18,6 | 22,2  | 22,8  | 15,5 | 9,1   | 6,0  | 3,0  | 10,8               |
| 2016   | -0,9        | 5,2  | 5,4  | 9,7  | 15,6 | 19,3 | 20,7  | 18,7  | 16,4 | 9,0   | 4,2  | -0,4 | 10,2               |
| 2017   | -5,6        | 1,8  | 8,0  | 9,3  | 15,7 | 20,4 | 21,0  | 21,6  | 14,3 | 10,6  | 5,1  | 2,1  | 10,3               |
| 2018   | 2,5         | -2,2 | 2,6  | 14,9 | 18,1 | 20,2 | 21,4  | 23,3  | 16,4 | 11,8  | 5,8  | 2,1  | 11,4               |
| 2019   | -0,4        | 2,6  | 7,0  | 11,3 | 12,7 | 22,3 | 20,3  | 21,2  | 15,1 | 10,8  | 8,0  | 2,8  | 11,1               |
| 2020   | 0,3         | 5,6  | 5,7  | 10,1 | 13,1 | 18,2 | 19,5  | 21,0  | 15,4 | 10,5  | 4,8  | 3,2  | 10,6               |
| Měsíční úhrn srážek / Monthly sum of precipitation |             |      |      |      |      |      |       |       |      |       |      |      | Σ roční/<br>annual |
| 2015   | 31,8        | 11,5 | 29,4 | 13,4 | 25,4 | 13,5 | 27,1  | 100,4 | 22,9 | 38,5  | 29,8 | 11,1 | 355                |
| 2016   | 23,9        | 66,4 | 30,3 | 37,4 | 42,7 | 52,3 | 103,0 | 33,1  | 15,4 | 43,2  | 31,3 | 9,3  | 488                |
| 2017   | 22,8        | 14,2 | 21,2 | 45,5 | 22,6 | 46,7 | 64,8  | 18,6  | 67,5 | 44,0  | 41,6 | 31,1 | 441                |
| 2018   | 37,7        | 15,2 | 24,7 | 16,2 | 54,6 | 43,3 | 67,7  | 22,9  | 84,3 | 12,2  | 9,3  | 31,5 | 420                |
| 2019   | 36,7        | 17,9 | 15,5 | 14,4 | 89,9 | 80,5 | 64,4  | 75,9  | 53,2 | 44,0  | 38,3 | 44,9 | 576                |
| 2020   | 14,8        | 33,4 | 20,1 | 10,1 | 66,5 | 87,0 | 51,8  | 51,2  | 57,8 | 103,1 | 15,1 | 34,5 | 545                |



**Obr. 1.**  
Schéma výsadby (kruh – *Paulownia* Hybrid 9501; čtverec – *Paulownia tomentosa*; trojúhelník *P. Shan Tong*)

**Fig. 1.**  
Scheme of the plantation (circles denote *Paulownia* Hybrid 9501; squares *Paulownia tomentosa* and triangles *P. Shan Tong*)

- 50 jedinců *Paulownia* Hybrid 9501 (varianta Hybrid 9501). Tento hybrid *Paulownia fortunei* × *P. tomentosa* odolává teplotám až  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1] a je rezistentní vůči chorobám [2]. Po 8–10 letech by jedinci měli dosahovat průměrné výšky 15 m a tloušťky 50 cm, dřevo se využívá na biomasu a řezivo [1].

Jako sadební materiál byly využity krytokořenné semenáčky s výškou nadzemní části 70 cm, tloušťkou kořenového krčku 2,5 cm a objemem kořenového balu 10 litrů. Semenáčky byly předpěstovány majitelem plantáže z nakoupeného osiva s certifikátem o původu od zahraničních dodavatelů. Výsadba proběhla v řadách do předem prokopaných jamek o hloubce cca 50 cm a šířce 50 cm. Rostliny byly vysazeny ve čtvercovém sponu 3 m × 3 m (obr. 1). Každá rostlina získala jedinečný kód dle řady, ve které se nachází, a polohy v rámci řady, kdy například: kódem 6–5 byla označena rostlina, která se nacházela v 6. řadě a v rámci řady byla pátá.

V následujícím roce po výsadbě (jaro 2016) byla rostlinám odstraněna nadzemní část a byl ponechán pařízek o výšce cca 5 cm. Po vzniku pařezových výmladek byl ponechán nejsilnější pařezový výmladek jako cílový. Ostatní výmladky byly odstraněny. Takovýto zásah je pro *Paulownia* sp. obecně doporučován a má podpořit vznik bohatého kořenového systému (ZHAO-HUA et al. 1986). Během následujících let byl vrchol rostlin poškozen mrazem (obr. 2). ZHAO-HUA et al. (1986) považují poškození terminálního výhonu za běžné, kdy bývá poškozen terminální pupen a první dvě internodia. V takovémto případě přebírá úlohu terminálního výhonu nejvýše položený, nově



**Obr. 2.**  
Poškození mrazem a tvořící se koruna (foto: J. Kadlec, 2018)

**Fig. 2.**  
Frost damage and crown formation (photo: J. Kadlec, 2018)

vzniklý kmenový výmladek. Buřeň byla na plantáži likvidována kosením, několikrát za rok, kdy byla travní biomasa ponechávána jako mulč na ploše. Rostliny nebyly dodatečně zavlažovány, avšak byly pravidelně vyvívány do výšky 3 m (obr. 3).

### Metodika měření

Měření započalo tři roky od výsadby na podzim roku 2017 a probíhalo až do roku 2020.

U všech rostlin byla měřena celková výška a tloušťka kmene ve výčetní výšce 1,3 m ( $d_{1,3}$ ).

Celková výška rostliny byla měřena každý rok na podzim po ukončení růstu rostlin pomocí výškoměrné latě a výškoměru (při výšce vyšší nežli 4 m) od paty kmene po vrchol rostliny s přesností 0,1 m.

$D_{1,3}$  byla měřena v podzimním období obvodovým pásmem s přesností na 1 mm.

Výšky rostlin a tloušťky rostlin byly vyhodnoceny v TIBCO Statistica™, s intervalem spolehlivosti 95 %. K vyhodnocení výsledků byl použit Shapiro-Wilk test, kterým byla zjišťována normalita a homogenita rozptylu dat. Výsledky testu umožnily použít parametrické testování. Z tohoto důvodu byla použita pro vyhodnocení rozdílů analýza roz-

ptylu (ANOVA) a následně pro odhalení rozdílů mezi variantami byl využit Fisherův LSD test.

## VÝSLEDKY

### Výška

Na podzim roku 2017 byly průměrné výšky *Tomentosa* a *Shan-Tong* podobné (cca 3,8 m), kdežto rostliny *Hybrid 9501* dosahovaly průměrně 5,1 m (obr. 4;  $p = 0,0435$  mezi *Shan-Tong* a *Hybrid 9501* a  $p = 0,0368$  mezi *Tomentosa* a *Hybrid 9501*). V důsledku narůstajícího rozptylu výšek všech rostlin se statisticky významné rozdíly v letech 2018 a 2019 objevily pouze mezi průměrnými výškami *Shan-Tong* a *Hybrid 9501* (2018:  $p = 0,0321$  a 2019:  $p = 0,0383$ ). V posledním roce měření *Hybrid 9501* dosáhl průměrné výšky ( $\pm$  SD) 9,4 m ( $\pm$  3,4 m), *Tomentosa* 9,4 m ( $\pm$  3,4 m) a *Shan-Tong* 5,2 m ( $\pm$  1,8 m). Statisticky významný rozdíl byl pouze mezi nejvyššími a nejnižšími rostlinami ( $p = 0,0111$ ).

Po šesti růstových sezónách byl vypočten průměrný roční přírůst. Rostliny *Hybrid 9501* měly největší průměrný roční výškový přírůst ze všech ( $1,6 \pm 0,6$  m), *Tomentosa* měla menší přírůst ( $1,2 \pm 0,3$  m) a nejmenší měl *Shan-Tong* ( $0,9 \pm 0,3$  m).



**Obr. 3.**  
Plantáž v roce 2018 (foto: J. Kadlec)

**Fig. 3.**  
The plantation in 2018 (photo: J. Kadlec)

## Tloušťka kmene

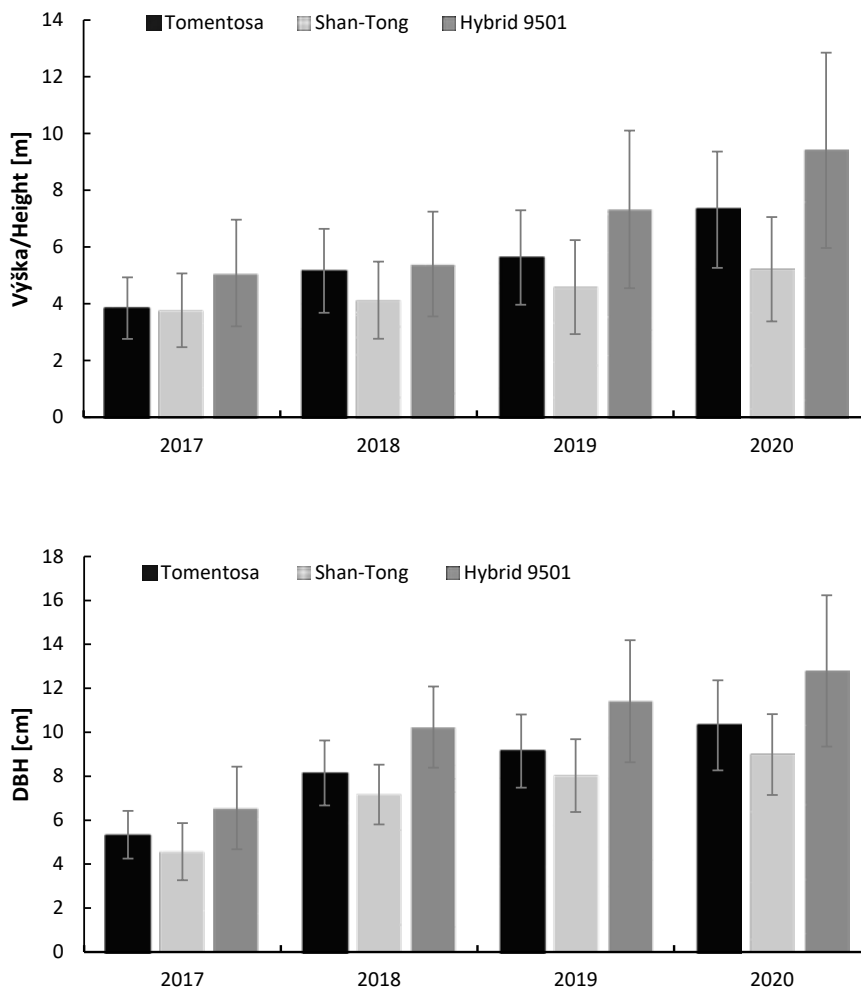
Na podzim 2017 měly největší výčetní tloušťku kmene rostliny Hybrid 9501 ( $6,6 \pm 1,7$  cm; průměr  $\pm$  směrodatná odchylka; obr. 4) a jejich průměrné  $d_{1,3}$  bylo statisticky významně větší nežli u Shan-Tong ( $p = 0,0101$ ). Rostliny Hybrid 9501 měly v letech 2018 a 2019 pořád největší výčetní tloušťku kmene, avšak z velkého rozptylu hodnot byl statisticky významný rozdíl pouze mezi nimi a rostlinami Shan-Tong, které měly nejmenší výčetní tloušťku kmene (2018:  $p = 0,0094$  a 2019:  $p = 0,0142$ ). V posledním roce měření rostliny Hybrid 9501 dosahovaly průměrně 12,8 cm ( $\pm 3,5$  cm), Tomentosa 10,3 cm ( $\pm 2,3$  cm) a Shan-Tong 9,0 cm ( $\pm 2,4$  cm). Statisticky významný rozdíl byl opět pouze mezi variantami Hybrid 9501 (největší výčetní tloušťku kmene) a Shan-Tong (nejmenší výčetní tloušťku kmene;  $p = 0,0138$ ).

Po šesti vegetačních sezónách jsme vypočetili průměrný roční tloušťkový přírůst. Rostliny Hybrid 9501 měly největší průměrný roční tloušťkový přírůst ze všech ( $2,1 \pm 1,2$  cm), menší přírůst měla Tomentosa ( $1,7 \pm 1,3$  cm) a nejmenší Shan-Tong ( $1,5 \pm 1,8$  cm).

## DISKUSE

Na výzkumné ploše Sobůlky měly rostliny Shan Tong nejmenší výšku. Jejich průměrná výška dosáhla po šesti letech od výsadby 5,2 m (průměrný roční výškový přírůst cca 0,9 m). Podle prodejce [3] se průměrný roční přírůst u tohoto hybridu pohybuje v rozmezí hodnot od 3 do 4,5 m. Takovýchto hodnot na výzkumné ploše nebylo ani zdaleka dosaženo, výškový přírůst byl tak ve srovnání s proklamovanými údaji pouze ca 30%. Průměrná tloušťka po šesti letech od výsadby byla 9,0 cm, což odpovídá průměrnému ročnímu přírůstu 1,5 cm. LANGOWSKI et al. (2019) uvádí, že po 8–10 letech můžou jedinci dosahovat průměrné výčetní tloušťky 50 cm, což odpovídá průměrnému ročnímu přírůstu 5,0 až 6,25 cm. K této hodnotě se zjištěná hodnota 1,5 cm na zkoumané ploše nepřiblížila, proklamovaný tloušťkový přírůst kmene tak byl prodejcem nadhodnocen nejméně 5 $\times$ .

Rostliny varianty Tomentosa měly na výzkumné ploše Sobůlky průměrný roční výškový přírůst 1,2 m. ZHAO-HUA et al. (1986) uvádí, že průměrný roční výškový přírůst u tohoto druhu je 1 m, což je hod-



**Obr. 4.**

Vývoj průměrných výšek a výčetních tlouštěk kmene (DBH) v letech 2017–2020; chybové úsečky označují směrodatnou odchylku; malá písmena znázorňují statisticky významné homogenní skupiny mezi rostlinami druhu/hybridu v každém roce

**Fig. 4.**

Development of the mean heights and mean stem diameters at breast height (DBH) during 2017–2020; whiskers denote standard deviation; lowercase letters determine statistically homogenous groups among plants of species/hybrids of Paulownia in each year

nota podobná námi zjištěnému údaji. Avšak při srovnání s výsledky GYULEVA et al. (2021), kteří popisují průměrný roční výškový přírůst cca 1,8 m, byl na výzkumné ploše průměrný roční výškový přírůst o třetinu menší. Průměrný roční tloušťkový přírůst byl na výzkumné ploše 1,7 cm. Tato hodnota je vyšší, než uvádí GYULEVA et al. (2021), kteří zjistili průměrný roční tloušťkový přírůst 1,1 cm, ale zároveň nižší, nežli uvádí ZHAO-HUA et al. (1986), jež popisují průměrný roční tloušťkový přírůst 2,8 cm.

Nejvyšší rostliny na výzkumné ploše Sobůlky měla varianta Hybrid 9501. Dosahovaly průměrné výšky 9,3 m (průměrný roční výškový přírůst 1,6 m), což odpovídá údajům prodejce, kdy se průměrný roční výškový přírůst tohoto hybridu měl pohybovat v intervalu od 1,5 do 1,8 m [1]. Průměrný roční tloušťkový přírůst byl u tohoto hybridu 2,1 cm. Avšak tato hodnota je velmi nízká (méně než poloviční) v porovnání s hodnotou udávanou prodejcem, která činí 5 až 6,3 cm [1].

Podle srovnání dostupných údajů o růstu a stanovištních podmínkách je tím nejvýznamnějším faktorem, který ovlivnil růst rostlin, nedostatek srážek, respektive nízká dostupnost vody. Podle CHMI (2022) byl průměrný úhrn srážek (za dobu existence výsadby) 471 mm za rok (s průměrným měsíčním úhrnem 40 mm). Průměrný srážkový úhrn ve vegetačním období (duben až září včetně) byl 291 mm, tj. průměrný měsíční úhrn 50 mm. Při srovnání s dostupnými zdroji je pravděpodobné, že srážky na dané lokalitě Sobůlky jsou nižší, než je zapotřebí pro zdárný růst pavlovní. Tento roční úhrn srážek na plantáži je velmi nízký oproti 750 mm, které uvádí UCLM (2013) jako minimální. JABLOŇSKI (2016) popisuje dokonce roční srážkový úhrn 800 mm jako nejnižší množství vody potřebné pro optimální růst, ačkoli ZHAO-HUA et al. (1986) uvádí, že *Paulownia* spp. roste v oblastech se srážkovými úhrny v rozmezí 500–3000 mm a přímo *Paulownia tomentosa* v oblastech se srážkovými úhrny v rozmezí 500–1500 mm. Na plantáži Sobůlky byl tedy úhrn srážek mírně pod spodní hranici tohoto rozmezí. ZHAO-HUA et al. (1986), TGG (2011) a BIO TREE (2017) však zároveň uvádí, že pokud se srážkové úhrny blíží spodní hranici intervalu, je zapotřebí, aby většina (okolo 90 %) srážek spadla během vegetační sezóny. Ovšem na výzkumné ploše Sobůlky během vegetační sezóny spadlo pouze necelých 62 % srážek.

Dalším z faktorů, který pravděpodobně ovlivnil růst rostlin, je délka vegetačního období. *Paulownia* sp. pochází z oblasti vlhkého subtropického klimatu, které je dle TREWARTHA, HORN (1980) podmíněno výskytem osmi měsíců s průměrnou teplotou vzduchu nad 10 °C (vegetační období pro listnáče). KÖPPEN (1936) uvádí, že území ČR se nachází v pásmu vlhkého kontinentálního klimatu a dle QUITT (1971) pak výzkumná plocha leží v jedné z nejteplejších oblastí ČR – T2. Na výzkumné ploše Sobůlky bylo pouze 6 měsíců s průměrnou teplotou nad 10 °C, proto o dva měsíce kratší vegetační období mohlo přispět ke snížení přírůstu rostlin. Kratší vegetační období a nástup mrazu způsobuje v podmínkách ČR vždy vymrznutí terminálního výhonu (a i přes jeho následné nahrazení v jarním období je snížen výškový přírůst).

## ZÁVĚR

Sledován byl růst jednoho druhu *Paulownia tomentosa* a dvou hybridů P. Shan Tong a P. Hybrid 9501. Výzkumná plocha byla založena v roce 2015 na orné půdě a nachází se v jedné z nejteplejších částí jižní Moravy (ČR). Zjištěné průměrné roční výškové přírůsty jsou spíše podprůměrné. *Paulownia* Hybrid 9501 dosáhl průměrného ročního výškového přírůstu 1,6 m, *P. tomentosa* 1,2 m a P. Shan Tong 0,9 m. Všechny zjištěné výškové přírůsty se blížily spodní hranici intervalu udávaného literaturou nebo proklamovaného prodejci. U průměrných tloušťkových přírůstů byla situace obdobná. *Paulownia* Hybrid 9501 dosáhl průměrného tloušťkového přírůstu 2,1 cm, *P. tomentosa* 1,7 cm a P. Shan Tong 1,5 cm. Tyto hodnoty opět představují spodní

hranici intervalu udávaného literaturou nebo jsou ještě nižší. Nejlépe rostl na dané lokalitě Hybrid 9501.

Hlavní faktory, které pravděpodobně způsobily retardaci růstu, jsou kratší vegetační období a nedostatek srážek v něm. Na výzkumné ploše Sobůlky byl průměrný srážkový úhrn 471 mm, což je hodnota mírně pod spodní hranici potřebného úhrnu dle ZHAO-HUA et al. (1986) a dvoutřetinová až poloviční, nežli uvádí další zdroje. Na základě této skutečnosti se lze domnívat, že rostliny trpěly nedostatkem vláhy a dostaly se do tzv. ekologického pesima, kdy nemohly plně rozvinout svůj produkční potenciál. Možnou obranou proti tomuto jevu je doplňková závlaha (ZHAO-HUA et al. 1986; TGG 2011; UCLM 2013; JABLOŇSKI 2016; BIO TREE 2017).

Druhým faktorem, který mohl negativně ovlivnit růst výsadby, je délka vegetačního období, které je i v jižních oblastech ČR o dva měsíce kratší než vegetační období vlhkého subtropického klimatu (TREWARTHA, HORN 1980).

V podmínkách ČR je pěstování RRD na zemědělských půdách legislativně omezeno. A to zákonem č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, který říká, že: "výmladkovou plantáž dřevin lze na zemědělské půdě využívat nejdéle po dobu 30 let; délka jednoho pěstebního cyklu nesmí přesáhnout 10 let". Pokud vezmeme v úvahu maximální délku pěstebního cyklu 10 let a námi zjištěné průměrné přírůsty, pak v případě *Paulownia* Hybrid 9501, který dosáhl největších přírůstů, budou mít rostliny na konci pěstebního cyklu průměrnou výčetní tloušťku 21 cm. *Paulownia tomentosa* a P. Shan Tong budou mít výčetní tloušťku kmene podle našeho předpokladu ještě menší – po deseti letech se očekává průměrná tloušťka 17 cm (*P. tomentosa*), respektive 15 cm (P. Shan Tong). Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR (2002) uvádí jako minimální rozměry pilařského sortimentu délku 2,5 m a tloušťku čepu (tenčí konec) 20 cm. Z našich výsledků vyplývá, že podmínka minimální délky sortimentu bude splněna. Naproti tomu podmínka minimální čepové tloušťky bude splněna pouze u nejtlustších jedinců. Na základě prezentovaných údajů vystává otázka, zda *Paulownia* spp. může v podmínkách ČR splnit úlohu perspektivní rychle rostoucí dřeviny produkující pilařské sortimenty.

Dalším omezením pěstování pavlovnice z pohledu ochrany přírody a krajiny je skutečnost, že se jedná o geograficky nepůvodní rod. PYŠEK et al. (2022) klasifikovali druh *Paulownia tomentosa* v ČR jako přechodně zavlečený. Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění, uvádí, že „Záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha do krajiny je možné jen s povolením orgánu ochrany přírody...“. PERGL et al. (2016) zařadil druh *Paulownia tomentosa* na tzv. „Watch List“, na kterém jsou uvedeni zástupci, kteří mají potenciálně velký dopad na životní prostředí, ale doposud se na území ČR ve volné přírodě nevyskytují, ale vyskytují se v jiných evropských zemích s podobnými přírodními podmínkami. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO 2024), jejíž je ČR součástí, zařadila v červenci 2021 druh *Paulownia tomentosa* na tzv. výstražní seznam („Alert List“) geograficky nepůvodních organismů. Šíření tohoto druhu napříč evropským regionem a USA popisují např. LONGBRAKE (2001), ESSL (2007), LOVENSHIMER, MADRITCH (2017) či BADALAMENTI (2019). I když se drtivá většina nejen výše zmíněných prací věnuje pouze nejrozšířenějšímu druhu *Paulownia tomentosa*, lze předpokládat, že obdobný potenciál šíření mají pravděpodobně i další druhy a hybridy pavlovní.

## Poděkování:

Tato práce byla podpořena agenturou NAZV pod grantovým číslem QK21010198 ("Adaptace lesního hospodářství pro udržitelné využívání přírodních zdrojů").

Autoři děkují firmě *Paulownia Moravia* za součinnost při řešení dané problematiky a Ing. Janu Hoblovi za revizi anglického textu.

## LITERATURA

- AKYILDIZ M.H., KOL H.S. 2010. Some technological properties and uses of paulownia (*Paulownia tomentosa* Steud.) wood. *Journal of Environmental Biology*, 31 (3): 351–355.
- ARMSTRONG A., JOHN C., TUBBY L. 1999. Effect of spacing and cutting cycle on the green as an energy crop. *Biomass and Bioenergy*, 17 (4): 305–314. DOI: 10.1016/S0961-9534(99)00054-9
- BADALAMENTI E. 2019. Notes about the naturalization in Sicily of *Paulownia tomentosa* (Paulowniaceae) and remarks about its global spread. *Flora Mediterranea*, 29: 67–70. DOI: DOI:10.7320/FlMedit29.067
- BIO TREE. 2015. *Paulownia bulletin* [online]. Bio tree: 5 s. [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: <http://paulowniatrees.eu/eng/wp-content/uploads/2015/07/EN-How-to-establish-paulownia-plantation.pdf>
- BIO TREE. 2016. *Good practices and instructions* [online]. Bio tree: 28 s. [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: <http://paulowniatrees.eu/eng/wp-content/uploads/2016/02/EN-Best-Practices-Paulownia-1.pdf>
- BIO TREE. 2017. *Paulownia* [online]. [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: <https://paulowniatrees.eu/products/paulownia-planting-material/>
- CHMI. 2022. Historical data – Weather – Historical data [online]. [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace?l=en>
- Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR. 2002. Praha, Lesnická práce: 65 s.
- DRLÍKOVÁ L., FAJMAN M., FRYC V. 2008. Pěstování rychle rostoucích dřevin ve velmi krátkém obmětí v podmínkách Bystřice nad Perštejnem. In: Bodgálek, J., Moskalík, J. (eds.): *Energie z biomasy IX. Sborník příspěvků ze semináře. VUT v Brně. Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství: [4 s.]*
- EL-SHOWK S., EL-SHOWK N. 2003. The paulownia tree – An alternative for sustainable forestry [online]. *The Farm Summer 2003* [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: [https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES\\_ARBRES/Paulownia/PaulowniaBooklet.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/Paulownia/PaulowniaBooklet.pdf)
- EPPO. 2024. European and Mediterranean Plant Protection Organization [online]. [cit. 2024-04-04]. Dostupné na/Available on: [https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant\\_quarantine/alert\\_list](https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list)
- ESSL F. 2007. From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by *Paulownia tomentosa*. *Preslia*, 79 (4): 377–389.
- FAO. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Rome, FAO: 192 s. World Soil Resources Reports No. 106.
- FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. Key findings. Rome, FAO: 12 s. Dostupné na/Available on: <https://www.fao.org/3/CA8753EN/CA8753EN.pdf>
- GARCÍA-MOROTE F.A., LÓPEZ-SERRANO F.R., MARTÍNEZ-GARCÍA E., ANDRÉS-ABELLÁN M., DADI T., CANDEL D., RUBIO E., LUCAS-BORJA M.E. 2014. Stem biomass production of *Paulownia elongata* x *P. fortunei* under low irrigation in a semi-arid environment. *Forests*, 5 (10): 2505–2520. DOI: 10.3390/f5102505
- GYULEVA V., STANKOVA T., ZHIYANSKI M., ANDONOVA E. 2021. Five years growth of Paulownia on two sites in Bulgaria. *Nauka za gorata – Forest Science*, 2021 (1): 11–22.
- IČKA P., DAMO R., IČKA E. 2016. *Paulownia tomentosa*, a fast growing timber. In: *Annals of Valahia University of Targoviste 2016. Geographical series*. Warsaw, De Gruyter Open, 16 (2): [6 s.]. DOI: 10.1515/agr-2016-0003
- JABLOŃSKI D. 2016. Surowiec drzewny. Oxytree: Drewno do przerobu w tartaku w 6 lat od posadzenia drzewa. [Wood raw material. Oxytree: Wood to be processed in a sawmill 6 years after planting the tree] [online] [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: <https://www.drewno.pl/artykuly/10535,oxytree-drewno-do-przerobu-w-tartaku-w-6-lat-od-posadzenia-drzewa.html>
- KACÁLEK D., PODRÁZSKÝ V. 2006. Zalesňování zemědělských půd – Výzva pro lesnický sektor. *Lesnická práce*, 85 (3): 14–15.
- KNAUF M., FRÜHWALD A. 2015. The future development of the German wood-based panel industry. *Holztechnologie*, 56: 5–12.
- KÖPPEN W. 1936. *Das geographische System der Klimate*. [Geographic system of climate]. Berlin, Bornträger: 44 s. *Handbuch der Klimatologie*.
- LANGOWSKI A., ROLBIECKI R., ROLBIECKI S., PTACH W., WROBEL P. 2019. Effect of sprinkler irrigation on growth of Paulownia Shan Tong trees at first two years of cultivation in light soil. In: *Engineering for rural development. Conference 18<sup>th</sup> International Scientific Conference Engineering for Rural Development. Jelgava 22.–24.05.2019. Jelgava, Latvian University of Agriculture: 519–524. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N329*
- LANGBRAKE A.C.W. 2001. Ecology and invasive potential of *Paulownia tomentosa* (*Scrophulariaceae*) in a hardwood forest landscape. Dissertation. Athens, College of Arts Sciences of Ohio University: 174 s.
- LOVENSHIMER J.B., MADRITCH M.D. 2017. Plant community effects and genetic diversity of post-fire princess tree (*Paulownia tomentosa*) invasions. *Invasive Plant Science and Management*, 10 (2): 125–135. DOI: <https://doi.org/10.1017/inp.2017.14>
- NĚMEČEK J. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, ČZU: 79 s.
- PARMAR K., KEITH A.M., ROWE R.L., SOHI S.P., MOECKEL C., PEREIRA M.G., MCNAMARA N.P. 2015. Bioenergy driven land use change impacts on soil greenhouse gas regulation under Short Rotation Forestry. *Biomass and Bioenergy*, 82: 40–48. DOI: 10.1016/j.biombioe.2015.05.028
- PERGL J., SÁDLO J., PETRUSEK A., LAŠTŮVKA Z., MUSIL J., PERGLOVÁ I., ŠANDA R., ŠEFROVÁ H., ŠÍMA J., VOHRALÍK V., PYŠEK P. 2016. Black, grey and watch lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota*, 28: 1–37. DOI: DOI:10.3897/neobiota.28.4824
- PYŠEK P., SÁDLO J., CHRTEK J. JR., CHYTRÝ M., KAPLAN Z., PERGL J., POKORNÁ A., AXMANOVÁ I., ČUDA J., DOLEŽAL J., DŘEVOJAN P., HEJDA M., KOČÁR P., KORTZ A., LOSOSOVÁ Z., LUSTYK P., SKÁLOVÁ H., ŠTAJEROVÁ K., VEČEŘA M., VÍTKOVÁ M., WILD J., DANIHELKA J. 2022. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia*, 94: 447–577. DOI: 10.23855/preslia.2022.447
- QUITT E. 1971. *Klimatické oblasti Československa*. Praha, Academia: 73 s.
- SÁŇKA M., MATERNA J. 2004. *Indikátory kvality lesních a zemědělských půd ČR*. Praha, Ministerstvo životního prostředí: 84 s. *Planeta*,

- 12, č. 11/2004. Dostupné na/Available on: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/CEFFC9BDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/\\$file/indikatory\\_el.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/CEFFC9BDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/$file/indikatory_el.pdf)
- SIXTO H., HERNÁNDEZ M.J., BARRIO M., CARRASCO J., CAÑELLAS I. 2007. Plantaciones del género *Populus* para la producción de biomasa con fines energéticos: revisión. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 16 (3): 277–294. DOI: 10.5424/srf/2007163-01016
- SMILEY C.J. 1961. A record of *Paulownia* in the Tertiary of North America. *American Journal of Botany*, 48 (2): 175–179. DOI: 10.2307/2439100
- TGG 2011. *Paulownia*: Technical Bulletin # 1 [online] [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: [https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES\\_ARBRES/Paulownia/Paulownia%20plantations.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/Paulownia/Paulownia%20plantations.pdf)
- TREWARTHA G.T., HORN L.H. 1980. An introduction to climate. New York, McGraw-Hill: 416 s.
- UCLM 2013. Badanie wartości gospodarczej odmian (VCU). Testowanie clon *in vitro* 112. Hybrid *Paulownia elongace* × *Paulownia fortunei*. Sprawozdanie techniczne. [Testing clon *in vitro* 112. Hybrid *Paulownia elongace* × *Paulownia fortunei*]. [online] [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: [http://x-plus.pl/wp-content/uploads/oxytree-vcu\\_report-PL.pdf](http://x-plus.pl/wp-content/uploads/oxytree-vcu_report-PL.pdf)
- ÚRADNÍČEK L. 2013. Paulownie plstnatá. *Lesnická práce*, 92 (5): 36–37.
- WEGER J., VLASÁK P., ZÁNOVÁ I., HAVLÍČKOVÁ K. 2006. Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy. *Životné prostredie*, 40 (3): 137–142.
- WEGER J., BUBENÍK J. 2010. První výsledky hodnocení smíšené výmladkové plantáže topolů a vrb. *Acta Pruhoniciana*, 96: 27–36.
- Zákon 334/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 35 s. [cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: [https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe\\_uplna-zneni\\_zakon-1992-334-ochranaZPF.html](https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-1992-334-ochranaZPF.html)
- Zákon 114/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny [online]. Praha, Ministerstvo životního prostředí ČR: 92 s. [cit. 2024-04-04]. Dostupné na/Available on: <https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/%24%24OpenDominoDocumentxsp?documentId=58170589E7DC0591C125654B004E91C1&action=openDocument>
- ZHAO-HUA Z., CHING-JU C., YIN-YU L., XIONG Y.G. 1986. *Paulownia* in China: Cultivation and utilization. Singapore, Asian network for biological science: 65 s.

#### Jiné zdroje:

- [1] HOBBY SEEDS. Products meeting the search criteria. © 2012–2023. [Cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: <https://www.hobbyseeds.com/index.php?route=product/search&search=paulownia>
- [2] PAULOWNIA MORAVIA. 2013. *Paulownia*. [Cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: <https://paulowniamoravia.cz/>
- [3] PAULOWNIA.PRO. *Paulownia Shan Tong*. © 2020. [Cit. 2023-08-06]. Dostupné na/Available on: <https://paulownia.pro/en/paulownia-shan-tong/>



## EVALUATION OF THE GROWTH OF ONE SPECIES AND TWO HYBRIDS OF *PAULOWNIA* SPP. IN THE WARMEST PART OF SOUTH MORAVIA (CZECH REPUBLIC)

### SUMMARY

KNAUF, FRÜHWALD (2015) predict that the availability of quality timber will be limited. Therefore, it will be necessary to plant (in plantations) species, which generate quality assortments and have intensive growth dynamics. *Paulownia* spp. seems to be a species suitable for fast-growing species (FGS) plantations (ARMSTRONG et al. 1999; SIXTO et al. 2007).

The research plot (called Sobůlky) was established on private fenced agricultural land near town Kyjov (Moravia) in 2015. The average monthly air temperature and monthly precipitation during 2015–2020 are shown in Tab. 1 (CHMI 2022).

In the spring 2015, the following were planted:

- 30 plants of *Paulownia tomentosa* (Tomentosa treatment). This naturally-crossed species (“species”) comes from an area with a precipitation of 500 to 1,500 mm and air temperature of -20 to +40°C (ZHAO-HUA et al. 1986).
- 30 plants of *Paulownia* Shan-Tong (Shan-Tong treatment). This artificially-crossed hybrid (“hybrid”) of *Paulownia fortunei* × *P. tomentosa* [2] survives temperatures down to -28°C [3] and is resistant to drought [2].
- 50 plants of *Paulownia* Hybrid 9501 (Hybrid 9501 treatment). This hybrid of *P. fortunei* × *P. tomentosa* survives temperatures down to -28°C [1] and is resistant to disease [2].

The measuring started three growing seasons after planting (i.e. in autumn 2017), and it continued until autumn 2020. Total height and DBH were measured on all plants each autumn.

In the last year of measuring (Fig. 1A), 9501, Tomentosa and Shan-Tong reached mean heights ( $\pm$  SD) of about 9.4 m ( $\pm$  3.4 m), 7.3 m ( $\pm$  2.0 m) and 5.2 m ( $\pm$  1.8 m), respectively. After six growing seasons we calculated the mean annual height increment. The 9501 plants had the highest mean annual height increment of all ( $1.6 \pm 0.6$  m). Tomentosa had the second highest ( $1.2 \pm 0.3$  m) and Shan-Tong the lowest ( $0.9 \pm 0.3$  m). In the last year of measuring (Fig. 1B), 9501, Tomentosa and Shan-Tong reached mean DBHs ( $\pm$  SD) of about 12.8 cm ( $\pm$  3.5 cm), 10.3 cm ( $\pm$  2.3 cm) and 9.0 cm ( $\pm$  2.4 cm), respectively. After six growing seasons we calculated the mean annual thickness increment. The 9501 plants had the highest mean annual thickness increment of all ( $2.1 \pm 1.2$  cm). Tomentosa had the second highest ( $1.7 \pm 1.3$  cm) and Shan-Tong the lowest ( $1.5 \pm 1.8$  cm).

The site that was chosen for the recording of the growth of *Paulownia tomentosa*, *P. Shan Tong* and *P. Hybrid 9501* is Sobůlky. There were undersized mean annual height increments (except for that of *Paulownia Hybrid 9501*, which reached the mean annual height increment of 1.6 m). Similarly, low values were calculated (in comparison with the available sources) for the mean annual thickness increment. The main factor, which causes slower growth, in comparison with expectations, is a lack of precipitation in a shorter growing season. It seems that supplementary watering is necessary for plant growth. The second part of the factor is the shorter growing season, which, at Sobůlky, on average, is about two months shorter than that in a humid subtropical climate (TREWARTHA, HORN 1980). Considering Sobůlky is located in one of the warmest areas in the CR, it is impossible to significantly change this factor in the area of the country, or even in Central Europe.

An important factor influencing the cultivation of the F-GS on agricultural land is legislation restriction in the CR. When we compare the maximum length of the growing cycle (i.e. 10 years), according to legislation and the mean annual height and thickness increments, then:

- *Paulownia Hybrid 9501*, which achieved the largest increments (of 1.6 m in height and 2.1 cm in thickness), should reach the assumed mean height of 16 m and a DBH of 21 cm.
- *Paulownia tomentosa*, with the second largest increments (of 1.2 m in height and 1.7 cm in thickness), should reach the assumed mean height of 12 m and a DBH of 17 cm.
- *Paulownia Shan Tong*, which achieved the smallest increments (of 0.9 m of height and 1.5 cm in thickness), should reach the assumed mean height of 9 m and a DBH of 15 cm.

These assumed mean DBHs are much smaller than the minimum dimensions of saw assortments, which should have a length of 2.5 m and thickness of the pin (at the thinner end) of 20 cm, according to recommended rules for measuring and sorting wood in the CR (Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2002). The results show that the requirement on the minimum length will be met (morefold) but the requirement on the minimum thickness of the pin can be met only on approx. half of the *Paulownia Hybrid 9501* plants and on the thickest of *Paulownia tomentosa* and *P. Shan Tong*.

Zasláno/Received: 12. 12. 2023

Přijato do tisku/Accepted: 04. 04. 2024