

Wzrost sadzonek paulowni 'Shan Tong' w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Murowanej Goślinie w roku 2017

Natalia Smarul, Karol Tomczak, Arkadiusz Tomczak, Marcin Jakubowski

Abstrakt. Paulownia jest rodzajem liściastego krzewu i drzewa, który jest szeroko znany ze względu na szybki wzrost w różnych warunkach klimatycznych. W ostatnich latach w Polsce niektóre klony tego gatunku stały się bardzo popularne. Celem pracy było sprawdzenie dynamiki wzrostu sadzonek paulownii 'Shan Tong' w pierwszym sezonie wegetacyjnym. Badania przeprowadzono na poletku doświadczalnym zlokalizowanym w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Murowana Goślina w centralnej części Polski. Sadzonki zostały podzielone na cztery kategorie jakości, w zależności od wielkości korzenia i grubości łodygi, a następnie zostały posadzone w warunkach z nawożeniem i bez nawożenia. W wyniku badań stwierdzono duże różnice we wzroście sadzonek (od 20 cm do 154 cm). Większym wzrostem na wysokość i przyrostem na grubość charakteryzowały się sadzonki którym na początku sezonu podano jednorazową dawkę wieloskładnikowego nawozu (1(N) : 0,5(P₂O₅) : 1,4(K₂O)). Sadzonki lepszych klas jakości wykazywały również większy przyrost na wysokość. Stwierdzono duże zróżnicowanie we wzroście, które było uzależnione od najmniej dwóch czynników: jakości początkowej sadzonek i nawożenia.

Słowa kluczowe: Paulownia, 'Shan Tong', plantacja, produkcja drewna

Abstract. Seedlings growth of paulownia 'Shan Tong' in the Experimental Forest Station in Murowana Goślina in year 2017. Paulownia is a kind of broadleaved shrub and tree which is wide known by its rapid growth in various climatic conditions. Some clones of this plant have become popular in Poland in recent years. The aim of this research was to determine the growth dynamics of seedlings of paulownia 'Shan Tong' in the first growing season. The research was carried out on an experimental plot, located in Experimental Forest Station in Murowana Goślina in central part of Poland. The seedlings were divided into four quality categories depending on size of the root and stem thickness, and then were planted in conditions with and without fertilization. As a result of the research, a large differences in height were found (from 20 cm to 154 cm). Higher growth both in height and thickness was found in seedlings after a one-time dose of multi-component fertilizer (1(N) : 0,5(P₂O₅) : 1,4(K₂O)) at the beginning of the season. Seedlings from better quality classes had also better growths in height. Generally we found that plants show high variability in growth dynamics and it depends on at least two factors: initial quality of seedlings and fertilization.

Key words: Paulownia, 'Shang Tong', plantation, wood production

Wstęp

Na przełomie ostatnich kilku lat w Polsce wyraźnie zwiększyło się zainteresowanie roślinami z rodzaju *Paulownia*. Coraz częściej można znaleźć firmy zajmujące się sprzedażą oraz dystrybucją sadzonek. Obecnie testowane są możliwości rozwoju różnych odmian. Przeglądając ulotki reklamowe różnych firm, można znaleźć informacje dotyczące proponowanych w Polsce odmian takich jak: 'Oxytree', 'Cotta vista 2', 'Shan Tong'. Obecnie w literaturze dotyczącej uprawy paulowni w Polsce dostępne są głównie artykuły popularne i popularnonaukowe oparte na badaniach prowadzonych w innych krajach, głównie w strefie klimatu tropikalnego, subtropikalnego i w regionie śródziemnomorskim. Wyniki badań nad rodzajem *Paulownia* pokazują, że różne odmiany dają inne efekty przyrostowe w zależności od warunków rozwoju (np. Ates i in. 2008, Bocanegra i in. 2013, Morote i in. 2014). Tym samym nie można bezpośrednio stosować w Polsce zaleceń z innych regionów geograficznych i dlatego należałoby je zweryfikować w warunkach klimatu Polski. Wychodząc naprzeciw temu, podjęto próbę badawczą polegającą na eksperymentalnej uprawie odmiany 'Shan Tong' Hybrid F1. Odmiana ta jest mieszańcem *P. tomentosa* i *P. fortunei* występującym na rynku europejskim również pod nazwą 'Nordmax 21' lub 'Royal Treeme'. Odmiany te polecane są jako bardziej odporne na mróz i możliwe do uprawy w strefie mrozoodporności 6, czyli m.in. na terenie całej Polski wg Cathia International GmbH- (www.cathia.com/pl/). Brakuje jednak na ten temat publikowanych badań, dlatego podjęto niniejszy eksperyment. 'Shan Tong' według niektórych autorów cechuje się szybkim wzrostem, odpornością na choroby, suszę oraz zimno, dlatego budzi spore zainteresowanie i jest już obiektem prac związanych z mikrorozmnażaniem (Luca i in. 2014). Na świecie paulownia znana jest również jako drzewo księżniczki, cesarza, czy feniksa itd. (Innes 2009, Bikfalvi 2013). Rodzaj *Paulownia* został szeroko opisany jako drzewo szybko rosnące i nadające się do upraw towarowych (Zhao-Hua i in. 1986). Rodzaj ten jest światłożądnym, liściastym drzewem szybko rosnącym. Jego naturalny zasięg występowania obejmuje Chiny oraz Wschodnią Azję (Icka i in. 2016, Innes 2009). W warunkach naturalnych osiąga zwykle 20-30 m wysokości (Innes 2009), ale znane są osobniki osiągające 49 m (Zhao-Hua i in. 1986). Paulownia w wieku 10 lat może osiągnąć pierśnicę 30-40 cm (Yadav i in. 2013), co potwierdza tezę Zhu i in. (1986), którzy podają taki sam zakres wartości średnicy na wysokości ok. 1,2 m. Gatunek *P. tomentosa* cechuje się wysoką odpornością na zmiany temperatury w zakresie -20°C do +40°C oraz potrafi rosnąć na ubogich, piaszczystych glebach (Icka i in. 2016). Dzięki tym wyjątkowym cechom rodzaj *Paulownia* zyskał popularność między innymi w: Bułgarii, USA, Australii, RPA, czy Rumunii (Woods 2008). W tych rejonach świata próbuje się ją rozmnażać za pomocą kultur tkankowych, jak również prowadzić hodowle oparte na poliploidyzacji (Tang i in. 2010), aby uzyskać drewno lepszej jakości. Jej drewno jest miękkie, wytrzymałe i lekkie, odporne na wypaczenia, pęknięcia czy deformacje (Yadav i in. 2013). Można je wykorzystywać do produkcji mebli, konstrukcji drewnianych, instrumentów muzycznych itd. Jej liście mogą stanowić pokarm dla zwierząt, a z kwiatów produkuje się miód. Ze względu na wysoką zawartość celulozy, z jej drewna można wytwarzać metanol celulozowy używany jako paliwo odnawialne (Woods 2008, Yadav i in. 2013).

Celem niniejszych badań było stwierdzenie możliwości wzrostowych dwuletnich sadzonek paulowni w pierwszym sezonie wegetacyjnym po wysadzeniu do gruntu.

Metodyka

Poletko doświadczalne zostało założone w kwietniu 2017 roku na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Murowanej Goślinie w pobliżu Poznania. Poletko powstało na byłej szkółce leśnej użytkowanej przez kilkadziesiąt lat, na glebie leśnej typu bielicowego, utrzymanej w dobrej kondycji. Przed posadzeniem paulowni ziemia była przygotowana nawozami zielonymi. Na całej powierzchni przeznaczony pod uprawę odczyn pH wyniósł nieco ponad 6. Na poletku zaprojektowano warianty więźbowe od 2 m x 3 m do 5 m x 5 m, które będą miały znaczenie w kolejnych latach, gdy dojdzie do zwarcia koron drzewek. Dokonano eksperymentalnego nawożenia części sadzonek. Do nawożenia użyto nawozu *azofoska* o składzie 1 (N): 0,5 (P_2O_5): 1,4 (K_2O) w dawce 30 g pod sadzonkę jako nawóz startowy. Plantacja nie była nawadniana, aby sprawdzić jak sobie poradzą drzewka w warunkach zbliżonych do warunków leśnych. W połowie sezonu wykoszono powierzchnię między sadzonkami.

Sadzonki jednoroczne dostarczone przez producenta różniły się jakością, w związku z czym podzielono je na cztery grupy. W pierwszej były drzewka najgorszej jakości pochodzące z uprawy w silnie zakwaszonej glebie, określane jako słabe (pęd grubości do 1 cm i wysokości do 15 cm, w liczbie 101 szt.), w drugiej grupie sadzonki określono jako średnie (grubość 1-2 cm, wysokość 15-20 cm, liczba 70 szt.), w trzeciej jako silne (odpowiednio: 2-4 cm, 20-40 cm, 25 szt.) w czwartej jako bardzo silne (4-5 cm, 60-70 cm, 4 szt.). Niewielka liczba sadzonek w grupie najsilniejszych nie stanowi istotnej próby statystycznej, jednak wnosi pewną wartość w postaci obserwacji, dlatego umieszczono ją w tabeli. Oznaczenia jakości sadzonek: słabe – S, średnie – M, silne – R, bardzo silne – B. Łącznie wysadzono 200 sztuk sadzonek. Pomiarów dokonano na początku kwietnia i w końcu października. Średnicę mierzono suwmiarką elektroniczną na wysokości 5 cm w dwóch kierunkach (NS i EW), pomiar uśredniano. Przyrost na wysokość mierzono od początku przyrostu nowego pędu do najwyższego punktu rośliny za pomocą usztywnionej taśmy mierniczej.

Wyniki

Spośród 200 sadzonek 101 sztuk (wszystkie z grupy najsłabszych) okazało się martwych. Ani jedna sadzonka nie wypuściła pąka do końca sezonu. Jesienią zaobserwowano na dwóch sztukach owocniki grzyba rozszczepki pospolitej (*Schizophyllum commune* Fr.). Pozostałe sadzonki wypuściły pąki i rozwinęły liście. Wszystkie sadzonki wypuściły po kilka pędów. Kiedy osiągnęły one wielkość 5-15 cm, wyłamano je pozostawiając tylko jeden pęd główny.

Średni przyrost wysokości sadzonek wyniósł 64 cm (tab. 1), a grubości, 11 mm (tab. 2). Żadnego pączka nie wypuściło 101 sadzonek. Przypuszczalnie były martwe już w momencie sadzenia, wszystkie pochodziły z grupy najsłabszych. Różnice w przyroście wysokości między sadzonkami były bardzo duże, największy przyrost wyniósł 154 cm, a najmniejszy 20 cm (tab. 1). Stwierdzono wyraźną różnicę w przyrostach wśród sadzonek, którym podano nawóz startowy. Średni przyrost wysokości roślin nawożonych wyniósł 71 cm, a nie nawożonych 49 cm (tab. 1). Analogicznie przyrost roślin na grubość wyniósł odpowiednio 12,6 mm i 7,4 mm (tab. 2).

Tab. 1. Statystyki opisowe przyrostu wysokości dwuletnich sadzonek paulowni; Użyte oznaczenia: M – sadzonki średniej jakości, R – sadzonki silne, B – sadzonki bardzo silne; 30 – nawożenie dawką 30 g, 0 – sadzonki bez nawożenia

Table 1. Descriptive statistics of height increment of two year old paulownia seedlings; Notations used: M – seedlings of average quality, R – strong seedlings, B – very strong seedlings; 30 – fertilised with 30 g dose, 0 – not fertilized

Warianty badawcze		Liczba	Średnia ±SD	Współczynnik zmienności	Zakres zmienności	Q25	Mediana	Q75
		[szt.]	[cm]	[%]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
Jakość sadzonki	M	69	57,6±18,7	32,5	20,0-100,0	45,0	57,0	69,0
	R	25	73,5±20,8	28,4	45,4-129,3	57,4	67,0	89,0
	B	4	124,2±24,0	19,3	102,0-154,0	104,9	120,4	143,5
Nawożenie	0 g	31	49,1±20,2	41,3	20,0-107,8	37,5	45,4	52,0
	30 g	67	71,4±22,2	31,1	32,0-154,0	57,4	67,0	82,0
Jakość x Nawożenie	M30	44	66,5±16,5	24,8	32,0-100,0	57,0	66,5	79,5
	M 0	25	41,8±9,9	23,6	20,0-61,0	37,0	40,2	48,0
	R30	21	74,9±21,1	28,2	49,9-129,3	57,5	67,0	89,0
	R 0	4	66,3±20,3	30,6	45,4-92,9	51,4	63,4	81,1
	B30	2	143,5±14,8	10,3	133,0-154,0	133,0	143,5	154,0
	B 0	2	104,9±4,1	3,9	102,0-107,8	102,0	104,9	107,8
Razem		98	64,4±23,9	37,2	20,0-154,0	47,5	60,2	78,0

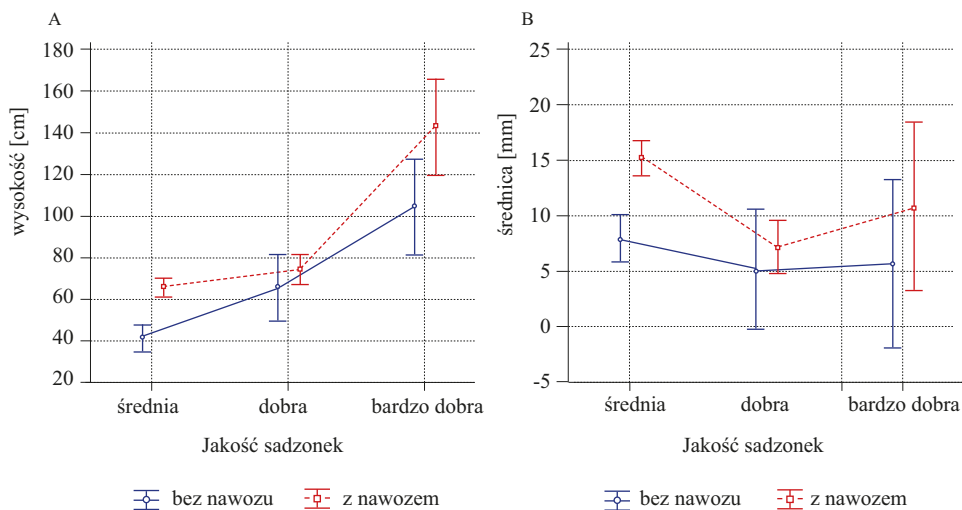
Stwierdzono znaczące różnice w przyroście wysokości oraz grubości uzależnione od początkowej jakości sadzonek. Przeciętny przyrost wysokości w grupie średnich sadzonek wyniósł 57 cm, w grupie silnych 73 cm, w grupie najsilniejszych 124 cm (tab. 1). Przeciętny przyrost na grubość w grupie średnich sadzonek wyniósł 12,6 mm, w grupie silnych 6,8 mm, a w grupie najsilniejszych 8,2 mm (tab. 2). Mediana we wszystkich przypadkach jest bardzo podobna (tab. 1 i 2), co świadczy o równomiernym rozkładzie przyrostu w całej populacji. Pierwszy kwartył jest bliżej mediany niż trzeci, co wskazuje na częstsze występowanie wzrostu silniejszego niż medialny. Średni współczynnik zmienności wyniósł 37% dla przyrostu wysokości, co świadczy o dużym zróżnicowaniu populacji. Zmienność jest niższa w grupie sadzonek nawożonych (31%), a wyższa w grupie nienawożonych (41%). Zmienność przyrostu na grubość wynosi średnio (60 %). Wśród grup nawożonych największy przyrost wysokości, wykazywały sadzonki najsilniejsze (30B) – 143 cm, natomiast najmniejszy, sadzonki z grupy średnich (30M) – 66 cm. W przypadku sadzonek nienawożonych, największym średnim przyrostem wysokości charakteryzowały się również sadzonki z grupy najsilniejszych (0B), których przyrost wynosił 104 cm, a najmniejszym te z grupy średnich (0M) – 41 cm (tab. 1).

Wśród sadzonek nawożonych największy średni przyrost grubości uzyskiwały sadzonki z grupy średnich – 15,3 mm, natomiast najmniejszy odnotowano w grupie silnych i wynosił on 7,2 mm. Nienawożone sadzonki największy przyrost grubości wykazały również w grupie średnich, gdzie wynosił on 7,9 mm, a najmniejszy analogicznie w grupie silnych – 5,1 mm

Tab. 2. Statystyki opisowe przyrostu średnicy dwuletnich sadzonek paulowni; Użyte oznaczenia: M – sadzonki średniej jakości, R – sadzonki silne, B – sadzonki bardzo silne; 30 – nawożenie dawką 30 g, 0 – sadzonki bez nawożenia

Table 2. Descriptive statistics of diameter increment of two year old paulownia seedlings; Notations used: M – seedlings of average quality, R – strong seedlings, B – very strong seedlings; 30 – fertilised with 30 g dose, 0 – not fertilized

Warianty badawcze		Liczba	Średnia ±SD	Współczynnik zmienności	Zakres zmienności	Q25	Mediana	Q75	
		[szt.]	[cm]	[%]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	
Jakość sadzonek	M	69	12,7±6,9	54,3	0,3-27,0	6,4	13,5	18,4	
	R	25	6,9±3,7	54,3	1,7-18,5	4,4	6,7	8,0	
	B	4	8,2±4,0	48,6	3,7-13,5	5,7	7,9	10,8	
Nawożenie		0 g	31	7,5±5,3	71,1	0,3-18,0	3,1	5,6	13,5
		30 g	67	12,6±6,6	51,8	1,7-27,0	7,1	11,0	18,5
Jakość x Nawożenie		M30	44	15,3±6,0	39,4	4,8-27,0	9,9	16,8	20,0
		M 0	25	8,0±5,8	72,1	0,3-18,0	3,1	5,5	13,5
		R30	21	7,2±3,9	54,6	1,7-18,5	4,4	7,1	8,0
		R 0	4	5,2±1,9	36,8	2,4-6,7	4,0	5,9	6,4
		B30	2	10,8±3,8	34,9	8,1-13,5	8,1	10,8	13,5
		B 0	2	5,7±2,7	48,4	3,7-7,6	3,7	5,7	7,6
Razem		98	11,0±6,6	60,1	0,3-27,0	5,6	9,0	17,0	



Ryc. 1. Interakcja jakości sadzonek i nawożenia dla zmiennych: A – wysokości oraz B – średnicy.

Pionowe wąsy oznaczają przedziały ufności 0,95

Fig. 1. Interaction of seedlings quality and fertilization for variables: A – height and B – diameters.

Vertical lines are confidences intervals 0.95

(tab. 2). Średnie brzegowe mają przebieg równoległy dla obu badanych czynników, w związku z czym nie stwierdza się interakcji między nawożeniem i jakością sadzonek (ryc. 1. A i B). Sytuacja przedstawia się w podobny sposób dla obydwu testowanych zmiennych – wysokości i średnicy sadzonek.

Różnice przyrostów wysokości między sadzonkami nawożonymi, a nienawożonymi w poszczególnych grupach jakościowych wynoszą w grupie średnich sadzonek 24 cm, w grupie silnych 8 cm, a u najsilniejszych 38 cm (tab. 1).

Dyskusja

Nasze doświadczenia przedstawiają bardzo zróżnicowane wyniki – zupełnie nietypowe dla odmiany, która rozpowszechniana jako produkcyjna powinna posiadać wyrównaną jakość. Jest to jednak o tyle zrozumiałe, że w projekcie założono różne warianty nawożenia oraz różną jakość początkową sadzonek. Ponad połowa sadzonek, która nie wypuściła żadnego pąka, mogła być już martwa w momencie dostarczenia. Być może wymarzała w trakcie zimy w Polsce. Zgodnie z zapewnieniami producenta, sadzonki po sprowadzeniu z Serbii są przetrzymywane w doniczkach do końca sezonu, a następnie obcinany jest pęd główny przed przezimowaniem. Celem tego zabiegu jest wyprowadzenie nowego pędu w kolejnym sezonie.

Nawet odpowiednio przygotowane kłony w krajach o cieplejszym klimacie wskazują na pewne niedogodności upraw. Jak wskazują inni autorzy, paulownia posiada wysoką adaptowalność (Icka i in. 2016) i w związku z tym wykazuje dużą zmienność jakości. Dotyczy to produktywności różnych typów klonów (Berdon 2017), jakości włókien drzewnych i właściwości drewna (San i in. 2016). Badania dotyczące produkcji biomasy, a więc pośrednio cech wzrostowych, wskazują na dużą zależność od lokalizacji upraw. W doświadczeniach prowadzonych w południowej Hiszpanii klon 'Cotevisia' wykazywał na większości upraw zdecydowanie większą produktywność niż 'Suntzu 11', ale w innych lokalizacjach ten drugi wykazywał większą produkcję biomasy (Bocanegra i in. 2013).

Niniejsze badania mają charakter wstępny dotyczyły uprawy w pierwszym sezonie i dlatego trudno jest porównać je z innymi wynikami, zwłaszcza do doświadczeń prowadzonych w cieplejszym klimacie. Przytaczane powyżej wyniki (Bocanegra i in. 2013, San i in. 2014, Berdon 2017) dotyczą upraw dwu i trzy letnich w Chinach i Hiszpanii. W przypadku produkcji sadzonek jednorocznych w Turcji osiągnięto różne wyniki dla trzech badanych gatunków (*P. tomentosa*, *P. elongata*, *P. fortunei*) i jednego mieszańca (*P. fortunei* x *P. tomentosa*). Część sezonu sadzonki produkowano w szklarni, dopiero później wystawiono je na zewnątrz. Największy przyrost roczny uzyskano dla mieszańca i było to ponad 72 cm. Eksperyment dotyczył sadzonek jednorocznych. Autorzy zwrócili również uwagę na wrażliwość paulowni na mróz (Ayan i in. 2006).

W Polsce dodatkowym czynnikiem mogącym mieć negatywny wpływ na wzrost paulowni są wiosenne przymrozki, ponieważ jak wskazują nasze obserwacje, paulownia wypuszcza pierwsze zielone pędy już w kwietniu. Ponadto cała lodyga z bieżącego przyrostu pozostaje niezdrewniała nawet do wczesnej jesieni, a stożek wzrostu pędu przeważnie nie zdąża zdrewnieć przed zimą. Stwarza to dodatkowe ryzyko w optymalnym rozwoju drzewek. Kolejnym czynnikiem niekorzystnym dla wzrostu paulowni może być niewystarczająca ilość opadów w wielu regionach Polski. Jak podają Icka in. (2016) paulownia wymaga od 500 mm do nawet 2000 mm opadu rocznie, przy czym najlepiej, aby 700 mm uzyskała w trakcie sezonu wege-

tacyjnego. Średni opad w regionie gdzie znajduje się plantacja wyniósł 700 mm w roku 2017 (dane wg IMGW), z czego w miesiącach kwiecień–październik spadło około 500 mm. Podobnie – na poziomie blisko 500 mm – przedstawia się całoroczna średnia wieloletnia (1971–2000) dla większości obszaru Wielkopolski. Z tego powodu przemysłowa uprawa paulowni bez wspomaganego nawadniania stoi również pod znakiem zapytania. Reasumując, można stwierdzić, że rozwój plantacji towarowych paulowni w Polsce jest w tej chwili dużą niewiadomą. Dopiero szersze i liczniejsze prace badawcze umożliwią udzielenie wiarygodnej odpowiedzi na pytanie o sens uprawy tego surowca w Polsce.

Wnioski

1. Sadzonki paulowni wykazują znaczną dynamikę przyrostu wysokości i grubości w pierwszym sezonie wegetacyjnym. W przypadku przyrostu wysokości może mieć na to wpływ początkowa jakość sadzonek.
2. Nawożenie startowe sadzonek miało wyraźny wpływ na ich przyrosty. Największy wpływ wywarło na przyrost wysokości sadzonek bardzo silnych, natomiast najmniejszy wysokość sadzonek średnich. Bez nawozu najlepiej poradziły sobie sadzonki najsilniejsze.
3. W pierwszym sezonie wegetacyjnym sadzonki paulowni wykazują dużą zmienność w dynamice przyrostu i jest to uzależnione od co najmniej dwóch czynników: jakości początkowej sadzonki oraz nawożenia. Kontynuacja eksperymentu pozwoli na dokładniejsze badania przyrostu oraz innych elementów w kolejnych latach.

Literatura

- Ates S., Ni Y., Akgul M., Tozluoglu A. 2008. Characterization and evaluation of *Paulownia elongata* as a raw material for paper production. *African Journal of Biotechnology*, 7 (22): 4153-4158.
- Ayan S., Silvacioglu A., & Billir N. 2006. Growth variation of *Paulownia* Sieb. and Zucc. species and origins at the nursery stage in Kastamonu-Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 27 (3): 499-504.
- Berdón J., Montero A. J., Royano L., Parralejo A. I., González J. 2017. Study of paulownia's biomass production in Mérida (Badajoz), southwestern Spain. *Environment and Ecology Research*, 5: 521-527.
- Icka P., Damo R., Icka E. 2016. *Paulownia tomentosa*, a fast growing timber. *Annals "Valahia" University of Targoviste – Agriculture*, 10 (1): 14-19.
- Innes R. J. 2009. *Paulownia tomentosa*. Fire effects information system [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). <http://www.fs.fed.us/database/feis/>, ostatni dostęp 20.06.2018 r.
- Luca R., Camen D., Danci M., Petolescu C. 2014. Research regarding the influence of culture conditions upon the main physiological indices at *Paulownia* Shan Tong. *Journal of Horticulture. Forestry and Biotechnology*, 18 (4): 74- 77.
- San H., Long L., Zhang Ch., Hui T., Seng W., Lin F., Hun A., Fong W. 2016. Anatomical features, fiber morphological, physical and mechanical properties of three years old new hybrid paulownia: Green Paulownia. *Research Journal of Forestry*, 10: 30-35.
- Tang Z-Q., Chen D-L., Song Z-J., He YC., Cai D-T. 2010. In vitro induction and identification of tetraploid plants of *Paulownia tomentosa*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 102 (2): 213–220.
- Woods V.B. 2008. *Paulownia* as a novel biomass crop for Northern Ireland? *Agri-Food and Bioscience Institute. Occasional publication No. 7*.
- Yadav N. K., Vaidya B.N., Henderson K., Lee J.F., Stewart W.M., Dhekney S.A., Joshee N. 2013. A review of *Paulownia* biotechnology: A short rotation, fast growing multipurpose bioenergy tree. *American*

Journal of Plant Sciences, 4: 2070-2082.

Zhu Z.-H., Chao C.-J., Lu X.-Y. and Xiong Y. G. 1986. Paulownia in China: cultivation and utilization by Chinese Academy of Forestry staff. Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre. Singapore: 1-65.

Zuazo V., Bocanegra J., Torres F., Pleguezuelo C., Martínez J. 2013. Biomass yield potential of paulownia trees in a semi-arid mediterranean environment (S Spain). International Journal of Renewable Energy Research, 3 (4): 789-793.

Natalia Smarul¹, Karol Tomczak¹, Arkadiusz Tomczak², Marcin Jakubowski²

¹ Sekcja Użytkowania Lasu, Koło Naukowe Leśników

² Katedra Użytkowania Lasu

Wydział Leśny, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

karool.tomczak@gmail.com, marcin.jakubowski@up.poznan.pl