



Wpływ udziału drewna wiśni (*Cerasus Mill*) na właściwości fizyczne i mechaniczne płyt wiórowych

The influence of the share of cherry wood (*Cerasus Mill*) on the physical and mechanical properties of particleboard

Katarzyna Taborska^a, ORCID: 0009-0000-8722-5912
Dominik Pacholczyk^a,
Piotr Borysiuk^b, ORCID: 0000-0002-7508-9359
Radosław Auriga^c, ORCID: 0000-0001-5627-2425

^aSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Technologii Drewna, ul. Nowoursynowska 159/34, 02-776 Warszawa, Polska

^bSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa, Katedra Technologii i Przedsiębiorczości w Przemśle Drzewnym, ul. Nowoursynowska 159/34, 02-776 Warszawa, Polska

^cSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa, Katedra Mechanicznej Obróbki Drewna, ul. Nowoursynowska 159/34, 02-776 Warszawa, Polska

*Osoba do korespondencji: radoslaw_auriga@sggw.edu.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono wpływ udziału drewna wiśni (*Cerasus Mill*) na właściwości fizyczne i mechaniczne płyt wiórowych. Przeprowadzone badania obejmowały pomiar wytrzymałości na zginanie statyczne (MOR), moduł sprężystości (MOE), wytrzymałość na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzny płyty (IB) oraz nasiąkliwości i spęcznienia po 2 h i 24 h moczenia w wodzie a także oznaczono profil gęstości w trójwarstwowych płytach wiórowych zróżnicowanych pod kątem zawartości wiórów z drewna wiśni (0%, 25%, 50%, 100%). W badaniach zastosowano dwa warianty gęstości płyt (550 kg/m³ oraz 650 kg/m³).

W oparciu o uzyskane wyniki można stwierdzić, że wzrost udziału drewna wiśni obniża właściwości wytrzymałościowe (MOR i MOE), znacząco poprawia wartość (IB) oraz powoduje spadek nasiąkliwości i wzrost spęcznienia na grubość po 2 h i 24 h namaczania w wodzie.

Abstract

This paper presents the effect of the proportion of cherry wood (*Cerasus Mill*) on the physical and mechanical properties of particleboards. Tests conducted included

the measurement of modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), internal bond (IB), as well as water absorption and swelling after 2 h and 24 h soaking in water, and the density profile was determined in three-layer particle boards differentiated by cherry wood chip content (0%, 25%, 50%, 100%). Two variants of board density (550 kg/m³ and 650 kg/m³) were used in the study. Based on the results, it can be concluded that an increase in the proportion of cherry wood decreases the strength properties of MOR and MOE, significantly improves the IB value, and causes a decrease in water absorption and an increase in swelling per thickness after 2 h and 24 h soaking in water.

Słowa kluczowe: płyta wiórowa, drewno wiśni, spęcznienie, nasiąkliwość

Keywords: particleboard, cherry wood, water absorption, swelling

Wprowadzenie

Płyty wiórowe to najpopularniejsze i najczęściej stosowane materiały spośród materiałów drewnopochodnych wykorzystywanych do wyrobu mebli (Warmbier i in., 2014). Polska jest jednym z wiodących producentów i eksporterów mebli na świecie, zajmuje czołowe miejsce na globalnym rynku meblarskim. W 2023 roku Polska znalazła się na trzecim miejscu na świecie pod względem wielkości eksportu mebli. Skala produkcji wymaga zatem stałego zaopatrzenia fabryk w podstawowe materiały wytwórcze jakimi są płyty wiórowe. Stanowią one fundament produkcji dla większości zakładów ze względu na swoją ekonomiczność.

Wciąż rosnące zapotrzebowanie na drewno jak i wzrost cen surowca powodują, że koniecznym staje się poszukiwanie alternatywnych źródeł surowców do produkcji płyt wiórowych. Nowy surowiec powinien umożliwiać wytwarzanie produktów o właściwościach mechanicznych i fizycznych nie gorszych od właściwości materiałów wytwarzanych z surowców tradycyjnych. Istotne jest również to, aby spełniał aktualne wymogi ekologiczności. Producenci płyt wiórowych nieustannie próbują udoskonalić swoje wyroby poprzez poprawę ich właściwości wytrzymałościowych oraz zmniejszenie kosztów zakupu surowca drzewnego.

W ostatnich latach dąży się do wykorzystania pozostałości lignocelulozowych pochodzących m.in. z upraw rolnych, sadowniczych i z innych gałęzi przemysłu. Prowadzone są liczne badania w zakresie pozyskania alternatywnych surowców na potrzeby przemysłu płyt drewnopochodnych (Nazerian i in., 2016). Badania te obejmują między innymi takie surowce jak trawy (Borysiuk i Laskowska 2009), wierzbę (*Salix viminalis* L.) (Warmbier i in., 2016), miskantusa (*Miscanthus giganteus*) (Pawlak i in., 2018), łuski orzecha laskowego (Kowaluk i Kądziała 2014), kolby kukurydzy (Sekaluvu i in., 2014, Banjo Akinyemi i in., 2016), drewno jabłoni i śliwy pochodzące z rocznych cieć pielęgnacyjnych (Auriga i in., 2019; Kozłowski i in., 2017).

Polska jest czołowym producentem owoców wiśni, malin, borówek i truskawek na świecie. Światowa produkcja wiśni w 2017 roku wyniosła 1 999 939 ton. W Polsce wytworzono 71 598 ton. Jest to ósmy najwyższy wynik spośród wszystkich producentów wiśni. Produkcja i rozwój sadów wiśniowych w ubiegłych latach związane były z dużym popytem na wiśnie i wykorzystaniem ich w przemyśle przetwórczym (Kierczyńska 2017). W polskich sadach można znaleźć znaczną ilość materiałów lignocelulozowych, które mogłyby być wykorzystane przy produkcji płyt wiórowych, jednak obecnie stanowią jedynie pozostałości, które utylizowane są poprzez spalanie.

W sadach znajdujących się na terenie całej Polski corocznie przeprowadza się pielęgnacyjne cięcia drzew owocowych, aby zwiększyć ilość plonów z upraw. W momencie, gdy drzewo przejdzie do etapu owocowania warto usunąć z wnętrza korony chore, słabe i nadłamane gałęzie. Co 3-4 lata ma miejsce cięcie odmładzające, polegające na przycinaniu konarów, co wiąże się z neutralizacją dwóch, trzech przyrostów (Pieniążek 1976).

W ten sposób każdego roku powstaje duża ilość materiałów lignocelulozowych w postaci konarów, gałęzi czy pędów.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było zbadanie wpływu cząstek z drewna wiśni na wybrane fizyczne i mechaniczne właściwości płyt wiórowych oraz ocena przydatności tego surowca w produkcji przemysłowej. Zakres pracy obejmował wytworzenie płyt wiórowych z 0%, 25%, 50% i 100% udziałem cząstek drewna wiśni pochodzącego z cięć pielęgnacyjnych w sadach, w dwóch wariantach gęstości (550 kg/m^3 oraz 650 kg/m^3). Wytworzone płyty zostały zbadane pod kątem wybranych właściwości mechanicznych (wytrzymałości na zginanie statyczne, moduł sprężystości, wytrzymałość na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzny płyty) oraz fizycznych (gęstość i profil gęstości, spęcznienie oraz nasiąkliwość po 2 h i 24 h namaczania w wodzie).

Materiały i metodyka badań

Do wytworzenia płyt wiórowych wykorzystano sosnowe wióry przemysłowe oraz surowiec odpadowy pochodzący z cięć pielęgnacyjnych drzewek wiśni.

Surowiec odpadowy z cięć pielęgnacyjnych drzewek wiśni w pierwszej kolejności został okorowany, pocięty, a następnie rozdrobniony na zrębki za pomocą laboratoryjnej rębarki z wałem nożowym. Następnie pozyskane zrębki zostały rozdrobnione do postaci wiórów przy użyciu laboratoryjnej skrawarki nożowej. Pozyskane wióry zostały rozsortowane na wióry na warstwy zewnętrzne oraz wewnętrzną. Wióry na warstwy wewnętrzne zostały przesiane na sitach o średnicy oczek 5 mm i stanowiły pozostałość na sicie o średnicy oczek 2 mm. Wióry na warstwy zewnętrzne przechodziły przez sito o średnicy oczek 2 mm i stanowiły pozostałość na sicie o średnicy oczek 0,63 mm.

Wykonano trójwarstwowe płyty wiórowe o grubości 16 mm i gęstościach 550 kg/m³ oraz 650 kg/m³ w czterech wariantach: 25%, 50% i 100% udziału wiórów wiśni oraz 0% jako wariant kontrolny.

Całość została zaklejona przy pomocy żywicy mocznikowo-formaldehydowej UF. Stopień zaklejenia warstw zewnętrznych wynosił 10%, a warstwy wewnętrznej 8%. Jako utwardzacz zastosowano 10% roztwór siarczanu amonu. Proces prasowania przeprowadzono w prasie jednopółkowej przy maksymalnym ciśnieniu jednostkowym 2.5 MPa, czas prasowania wynosił 288s. W ten sposób przygotowane płyty sezonowano przez 7 dni w warunkach normalnych (20 ± 2°C, 65 ± 5% wilgotności względnej powietrza).

W ramach przeprowadzonych badań oznaczono:

- wytrzymałość na zginanie statyczne i moduł sprężystości przy zginaniu statycznym w oparciu o normę PN-EN 310:1994;
- wytrzymałość na rozciąganie w kierunku prostopadłym do płaszczyzn płyty w oparciu o normę PN-EN 319:1999;
- gęstość w oparciu o normę PN-EN 323:1999;
- profil gęstości za pomocą przyrządu pomiarowego GreCon Da-X (Alfeld, Germany). Próbki o wymiarach 50 x 50 mm analizowano z odstopniowaniem 0.02 mm przy prędkości pomiarowej 0.05 mm/s;
- spęcznienie na grubości i nasiąkliwość po 2 i 24 godzinach moczenia w wodzie oznaczono w oparciu o założenia normy PN-EN 317:1999.

Każde z przeprowadzonych oznaczeń wykonano w 10 powtórzeniach dla każdego wariantu wytworzonych płyt wiórowych.

Wyniki i dyskusja

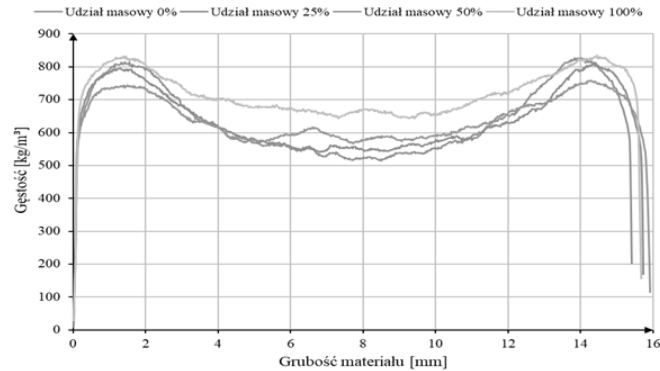
Średnie gęstości dla poszczególnych wariantów wytworzonych płyt wiórowych przedstawiono w Tabeli 1. Przy gęstości 650 kg/m³ otrzymane wyniki różniły się od założonej wielkości jedynie o 1%, natomiast dla 550 kg/m³ nie więcej niż 1,5%.

Tabela 1. Wyniki średniej gęstości dla wytworzonych płyt wiórowych
Table 1. Average density for manufactured particle boards

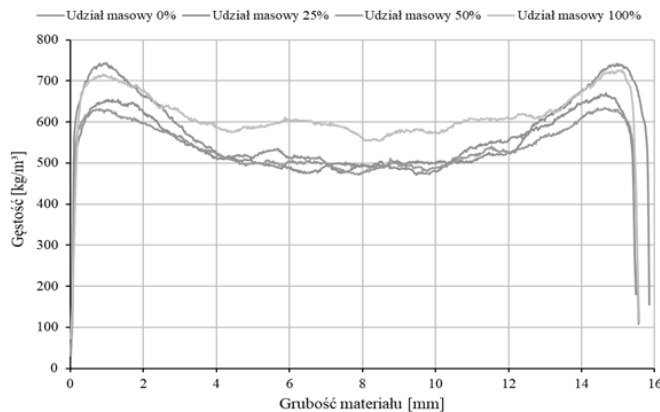
Założona gęstość (kg/m ³)	Wariant	Średnia gęstość (kg/m ³)	Odchylenie standardowe
650	0%	656	10
	25%	648	11
	50%	655	14
	100%	650	17
550	0%	555	10
	25%	554	12
	50%	553	6
	100%	558	17

Analizując profile gęstości przedstawione na Rys. 1 i 2, można stwierdzić, że w przypadku płyt z udziałem 0%, 25% i 50% rozkład gęstości przebiega podobnie i jest

typowy dla tego typu tworzy (wykres U-kształtny) (Drouet 1992). Należy zauważyć, że płyty wiórowe wykonane w 100% z drewna wiśni charakteryzują się profilem gęstości, który odbiega od typowego profilu U-kształtnego. Różnice gęstości między warstwą wewnętrzną a zewnętrznymi w tym przypadku są niewielkie (Rys. 1 i 2).



Rys. 1. Profil gęstości dla płyt o założonej gęstości 650 kg/m^3
Fig. 1. Density profile for boards with an assumed density of 650 kg/m^3



Rys. 2. Profil gęstości dla płyt o założonej gęstości 550 kg/m^3
Fig. 2. Density profile for boards with an assumed density of 550 kg/m^3

Wyniki oznaczenia MOR i MOE uzyskane dla wytworzonych płyt wiórowych o gęstości 550 kg/m^3 są niższe, niż dla płyt o gęstości 650 kg/m^3 . Wytrzymałość MOR dla płyt o gęstości 650 kg/m^3 i 550 kg/m^3 spada wraz z rosnącym udziałem wiórów z drewna wiśni. W odniesieniu do płyt kontrolnych wytrzymałość MOR przy gęstości 650 kg/m^3 dla wariantu z 50% udziałem spadła o około 25% oraz w przybliżeniu o 10% dla płyt wykonanych w 100% z wiórów z drewna wiśni. Analizując dane zestawione w Tabeli 2 można również zauważyć, że płyty wykonane w całości z drewna wiśni charakteryzują się lepszymi właściwościami wytrzymałościowymi. Dla wszystkich wariantów płyt wiórowy,

niezależnie od gęstości, wytworzonych z udziałem drewna wiśni odnotowano spadek wartości modułu sprężystości (Tabela 2).

Tabela 2. Wyniki wytrzymałości na zginanie statyczne i modułu sprężystości przy zginaniu statycznym dla płyt o gęstości 650 kg/m³ i 550 kg/m³
Table 2. Results of modulus of rupture and modulus of elasticity for boards with a density of 650 kg/m³ and 550 kg/m³

Założona gęstość (kg/m ³)	Wariant	MOR (N/mm ²)		MOE (N/mm ²)	
		Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe
650	0%	15,20	1,26	3116	190
	25%	13,23	1,46	2774	235
	50%	11,48	1,04	2295	183
	100%	13,85	1,70	2071	128
550	0%	10,67	1,72	2460	273
	25%	8,53	1,55	1986	244
	50%	7,49	0,98	1677	104
	100%	8,20	1,40	1317	128

Wraz ze wzrostem udziału wiórów z drewna wiśni następuje wzrost wartości IB. Dla płyt o gęstościach 650 kg/m³ i 550 kg/m³ największą wytrzymałość odnotowano dla wariantów wykonanych w 100% z wiórów z drewna wiśni. W odniesieniu do wartości IB uzyskanej dla płyt kontrolnych o gęstości 650 kg/m³, wytrzymałość płyt wykonanych w całości z wiórów z drewna wiśni jest o około 60% wyższa. W przypadku płyt o gęstości 550 kg/m³, wartość ta jest o około 74% większa od wartości uzyskanej dla płyt wiórowych wykonanych w ramach wariantu kontrolnego (Tabela 3). Efekt ten związany jest z lepszym wypełnieniem struktury płyty z wiórów z drewna wiśni (mniej wolnych przestrzeni), co było również wykazane na profilu gęstości (płaski przebieg profilu).

Tabela 3. Wyniki wytrzymałości na rozciąganie prostopadle dla płyt o gęstości 650 kg/m³ i 550 kg/m³
Table 3. Internal bound results for boards with a density of 650 kg/m³ and 550 kg/m³

Założona gęstość (kg/m ³)	Wariant	IB (N/mm ²)	
		Średnia	Odchylenie standardowe
650	0%	0,44	0,04
	25%	0,44	0,03
	50%	0,57	0,07
	100%	0,70	0,08
550	0%	0,34	0,02
	25%	0,38	0,04
	50%	0,38	0,06
	100%	0,59	0,11

Wartość spęcznienia płyt o gęstości 650 kg/m³ moczonych przez 2 h w wodzie, wzrosła w stosunku do materiału kontrolnego. Dla płyt wiórowych z 25% i 50% udziałem wiórów z drewna wiśni spęcznienie wyniosło około 10% więcej, natomiast w przypadku

100% udziału różnica osiągnęła zaledwie 5%. Po 24 h moczenia w wodzie płyty wiórowe z 25% i 50% udziałem wiórów z drewna wiśni charakteryzowały się odpowiednio 2,5% i 10% większym spęcznieniem od płyt kontrolnych. Zaobserwowano również, że spęcznienie na grubość dla płyt wytworzonych wyłącznie z wiórów z drewna wiśni osiągnęło wartość o około 17% większą w porównaniu do płyt wiórowych wykonanych w całości z przemysłowych wiórów sosnowych. W przypadku płyt o gęstości 550 kg/m³ większy udział wiórów z drewna wiśni powoduje wzrost spęcznienia na grubość w ciągu 2 h i 24 h moczenia. Największą wartość spęcznienia na grubość odnotowano dla płyt z 50% udziałem wiórów z drewna wiśni (Tabela 4).

Wraz ze wzrostem udziału wiórów z drewna wiśni w wytwarzanych płytach wiórowych zaobserwowano spadek nasiąkliwości. Najmniejszą wartość dla płyt o gęstości 650 kg/m³ po 2 h i 24 h moczenia w wodzie odnotowano dla wariantu wykonanego w 100% z wiórów z drewna wiśni. Różnica wartości w stosunku do płyt kontrolnych wyniosła kolejno 30% i 18%. Nasiąkliwość dla płyt o gęstości 550 kg/m³ była większa niż dla płyt o gęstości 650 kg/m³. Różnice pomiędzy płytą wytworzoną w całości z wiórów z drewna wiśni, a płytą kontrolną wyniosły odpowiednio 35% po moczeniu w wodzie przez 2 h i 25% po 24 h namaczania (Tabela 4).

Tabela 4. Wyniki spęcznienia na grubość oraz nasiąkliwości po 2 i 24 h moczenia w wodzie
Table 4. Results of thickness swelling and water absorption after 2 and 24 hours of soaking in water

Założona gęstość (kg/m ³)	Wariant	TS2h (%)		TS24h (%)		WA2h (%)		WA24h (%)	
		Średnia	σ	Średnia	σ	Średnia	σ	Średnia	σ
650	0%	27,2	1,9	32,6	2,4	91,7	3,2	101,9	4,3
	25%	29,3	1,6	33,4	2,0	83,6	8,0	99,0	3,7
	50%	29,9	3,5	35,8	3,4	80,5	10,1	95,5	6,2
	100%	28,2	1,5	38,1	3,9	63,1	6,4	83,7	5,6
550	0%	22,4	1,0	25,9	1,1	110,0	3,6	118,2	4,8
	25%	22,6	3,3	26,4	1,5	96,9	6,0	110,1	3,8
	50%	24,3	2,9	27,3	3,4	95,7	9,5	111,9	7,2
	100%	23,6	2,4	27,1	2,7	71,4	5,0	89,3	7,6

TS2h - Spęcznienie na grubość po 2 h moczenia w wodzie; TS24h - Spęcznienie na grubość po 24 h moczenia w wodzie; WA2h - Nasiąkliwość po 2 h moczenia w wodzie; WA24h - Nasiąkliwość po 24 h moczenia w wodzie; σ - odchylenie standardowe

Wnioski

Na podstawie przedstawionych wyników badań można sformułować następujące wnioski dotyczące wykorzystania pozostałości drewna wiśni pochodzącego z rocznych cięć pielęgnacyjnych:

1. Płyty o gęstości 650 kg/m³ z dodatkiem wiórów z drewna wiśni spełniają wymagania określone w normie PN-EN 312:2011, dotyczące właściwości wytrzymałościowych MOR i MOE dla co najmniej płyt typu P1. Natomiast płyty o gęstości 550 kg/m³ z udziałem wiórów z drewna wiśni nie spełniają wymagań określonych w normie PN-EN 312:2011.

2. Płyty wiórowe składające się w 100% z wiórów z drewna wiśni cechują się znacznie większą wytrzymałością na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzny płyty w porównaniu z tymi wykonanymi z przemysłowego surowca drzewnego, a także mniejszą różnicą gęstości między poszczególnymi warstwami płyty.
3. Wraz ze wzrostem zawartości wiórów z drewna wiśni, następuje zwiększenie spęcznienia na grubość oraz spadek nasiąkliwości po 2 h i 24 h moczenia w wodzie. Cecha ta jest niezależna od gęstości wykorzystanych płyt.

Literatura

Auriga R., Borysiuk P., Gumowska A., Smulski, P., 2019: Influence of apple wood waste from the annual care cut on the mechanical properties of particleboards. *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology* 105, 47-53. DOI: 10.5604/01.3001.0013.7715

Banjo Akinyemi A., Afolayan J., Oluwatobi E., 2016: Some properties of composite corn cob and sawdust particle boards. *Construction and Building Materials* 127, 436-441. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.10.040

Borysiuk P., Laskowska A., 2009: Particleboards with grass plant additive. *Annals Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology* 68, 463-466.

Drouet T., 1992: *Technologia płyt wiórowych*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 16.

Kierczyńska S., 2017: Podaż wiśni na rynku międzynarodowym a ceny skupu wiśni do przetwórstwa w Polsce. *Problemy Rolnictwa Światowego tom 17 (XXXII), zeszyt 3*.

Kowaluk G., Kądziała J., 2014: Properties of particleboard produced with use of hazelnut shells. *Annals Warsaw University of Life Sciences - SGGW. Forestry and Wood Technology* 85, 131-134

Kozłowski P., Kukuła W., Szymanowski K., Kowaluk G., Czarniak P., Auriga R., Kwaśny Ł., 2017: Drilling features of particleboard made of selected fruit trees prunings. *Annals Warsaw University of Life Sciences Forestry and Wood Technology No.98*, 53-58 DOI: 10.5555/20183010080

Nazerian M., Beyki Z., Mohebbi Gargarii R., Kool F., 2016: The effect of some technological production variables on mechanical and physical properties of particle board manufactured from Cotton (*Gossypium hirsutum*) stalks. *Ciencia y tecnologia* 18(1) DOI: 10.4067/S0718-221X2016005000017

Pawlak D., Jencyk-Tołłoczko I., Boruszewski P., 2018: Analysis of selected properties of particleboard modified with *Miscanthus giganteus* JM Greef & Deuter ex Hodk. & Renvoize. *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW. Forestry and Wood Technology* 102, 149-156.

Pieniążek S., 1976: *Sadownictwo Podręcznik dla studentów Akademii Rolniczych* Wydanie VI. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne 642

Sekaluvu L., Tumutegereize P., Kiggundu N., 2014: Investigation of factors affecting the production and properties of maize cob particleboards. *Waste and Biomass Valorization* 5, 27-32. DOI: 10.1007/s1264 9-013-9228-9

Warmbier K., Danecki L., Majtkowski W., 2016: Mechanical properties of one-layer experimental particleboards from shoots of tall wheatgrass and industrial wood particles. *Annals of Warsaw Agricultural University - SGGW. Forestry and Wood Technology* 96, 237-240.

Warmbier K., Wilczyński A., Danecki L., 2014: Evaluation of Mechanical and Physical Properties of Particleboards with the Core Layer Made from Willow (*salix viminalis*). *BioResources* 9(1) 894-905.

Artykuł recenzowany / Reviewed paper

Zgłoszony / Submitted: 11.07.2024

Opublikowany online / Published online: 25.07.2024