

WŁAŚCIWOŚCI LIGNOMERU Z MŁODOCIANEGO DREWNA SOSNY
RÓŻNEGO POCHODZENIA

Lidia Helińska-Raczkowska, Waldemar Moliński

Katedra Nauki o Drewnie
w Poznaniu

1. WSTĘP

Istniejący deficyt drewna, przy wzrastającym na nie zapotrzebowaniu zmusza przemysł do przerabiania drewna średnio i małowymiarowego. Wykorzystanie tego surowca następuje z wieloma trudnościami technologicznymi, związanymi przede wszystkim z niekorzystnym zróżnicowaniem właściwości na przekroju poprzecznym. Problemy te wynikają ze wzrastającego udziału w przerabianym surowcu, tzw. drewna młodocianego [3, 11, 13]. Duża zawartość drewna młodocianego pogarsza obrabialność, a wykonane elementy charakteryzują się znacznie obniżoną wytrzymałością i dużą skłonnością do pęcznienia oraz zmniejszoną twardością. W sytuacji stale narastającego udziału drewna średnio- i małowymiarowego w całej objętości przerabianego drewna [1, 2, 4] zaznacza się potrzeba racjonalnego jego wykorzystania. Celowe więc są wszelkie próby uszlachetniania drewna młodocianego, zmierzające do złagodzenia bądź wyeliminowania jego niepożądanych właściwości. Dotychczasowe badania [2, 5, 10] pozwoliły stwierdzić przydatność tego drewna do produkcji lignomeru. We wspomnianych pracach dokonano analizy porównawczej właściwości drewna młodocianego i dojrzałego pochodzącego z drzew w wieku od 38 do 100 lat i wyprodukowanego z tego drewna lignomeru. Porównywano również właściwości lignomeru wytworzonego z młodocianego drewna wierzchołków drzew starych i z drewna dojrzałego tych samych drzew [5].

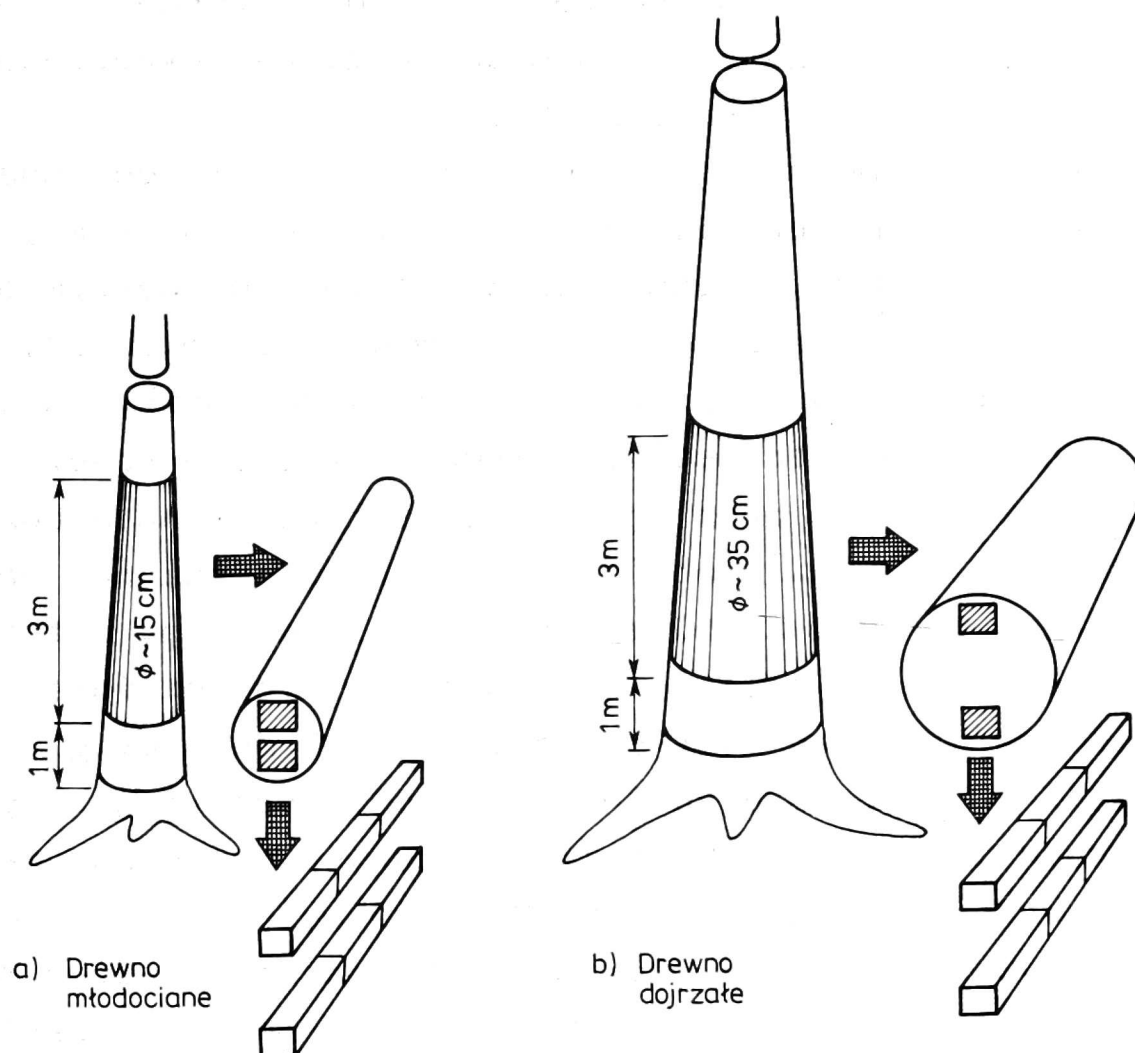
Przewiduje się, że w najbliższym 10-leciu dalszy znaczny wzrost zużycia drewna średnio i małowymiarowego. Przemysłowe wykorzystanie tych asortymentów będzie tylko częściowe, m.in. ze względu na

zmniejszoną jego przydatność do produkcji użytecznych prefabrykatów i gotowych wyrobów [2].

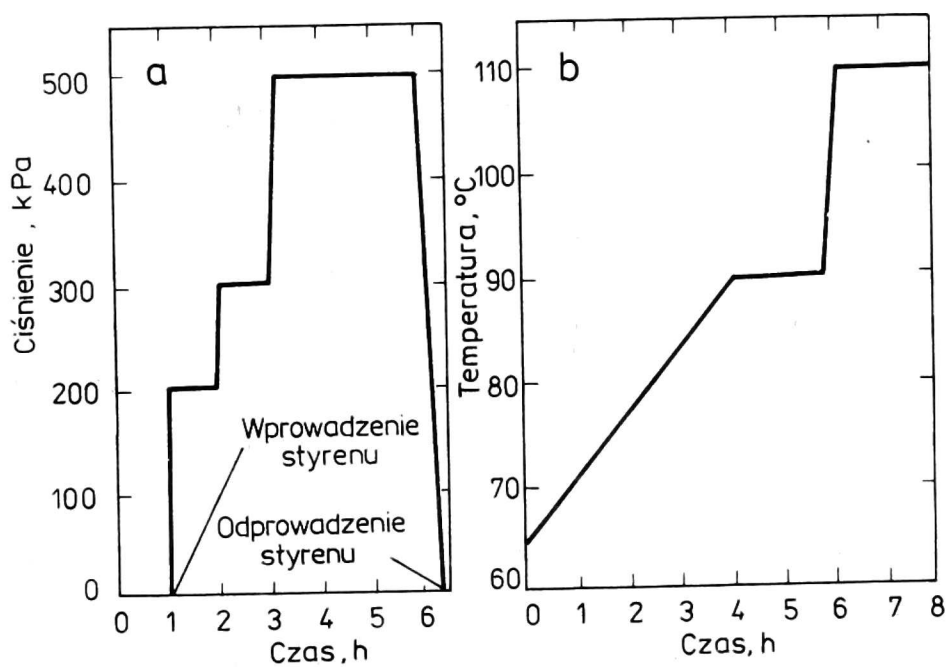
W tym stanie rzeczy aktualne i uzasadnione z poznawczego i praktycznego punktu widzenia są badania zmierzające do oceny przydatności do wyrobu lignomeru z młodocianego drewna sosny, pochodzącego z drzew bardzo młodych. Badania takie, o ile autorom wiadomo, nie były prowadzone. Kierując się tym względem postanowiono zbadać przydatność drewna młodocianego sosny, pochodzącego z drzew młodych do wyrobu lignomeru. Celem tego opracowania było ponadto porównanie właściwości lignomeru z młodocianego drewna drzew młodych z właściwościami lignomeru z młodocianego drewna wierzchołków drzew starych.

2. OPIS WYKONANYCH DOŚWIADCZEŃ

Drewno do doświadczeń pobrano z trzech drzew sosny (*Pinus silvestris* L.) w wieku 20 lat, zajmujących panujące stanowiska w jednowiekowym drzewostanie na terenie Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka w gminie Murowana Goślina (woj. poznańskie). Z części odziomkowej strzały wycięto deskę środkową o grubości 45 mm, z której następnie wyrobiono graniaki o wymiarach 45 x 45 x 1000 mm przeznaczone do modyfikacji (rys. 1). Struktura przeznaczonego do badań drewna młodocianego pochodzącego z poszczególnych drzew doświadczalnych była zbliżona. Średnia szerokość przyrostów rocznych wynosiła 2,9 mm (2,5-3,3 mm). Udział zaś drewna późnego wynosił średnio 19,3% (16,1-22,5%). Kierując się analogicznymi założeniami ścięto również trzy dalsze drzewa w wieku ok. 90 lat. Z ostatniej 20-letniej strefy przyrostowej tych drzew wyrabiano graniaki kontrolne drewna dojrzałego [5]. Z graniaków przeznaczonych do modyfikacji po uprzednim ich sezonowaniu w warunkach pracowni do wilgotności równoważnej wynoszącej ok. 8,5% wytwarzano lignomer według metody opracowanej w IMTD AR w Poznaniu [8]. Do wyrobu lignomeru użyto styrenu technicznego z dodatkiem kompozycji inicjatorów, złożonej z nadtlenu benzoilu - 0,5 cz. wag., wodoronadtlenku kumenu - 0,5 cz. wag. i wodoronadtlenku mentapinanu - 0,5 cz. wag. na 100 cz. wag. styrenu. Jako medium ogrzewcze stosowano olej Termol - 190. Impregnację graniaków monomerem przeprowadzono metodą próżniowo-ciśnieniową (rys.2a).



Rys. 1. Schemat pobrania z drzew doświadczalnych drewna do badań



Rys. 2. Schemat procesu wytworzenia lignomeru
a - nasywanie drewna, b - polimeryzacja

Obróbkę termiczną nasyconych styrenem graniaków przeprowadzono w procesie przedstawionym schematycznie na rysunku 2b. Uzyskano średnią zawartość polistyrenu w drewnie młodym wynoszącą 140% (125-175%) masy drewna zupełnie suchego.

Do scharakteryzowania lignomeru oraz dla celów porównawczych również naturalnego drewna wyjściowego oznaczono: gęstość, higroskopijność, nasiąkliwość, pęcznienie w wodzie i wilgotnym powietrzu, wytrzymałość na ściskanie wzdłuż i w poprzek włókien, wytrzymałość na zginanie i moduł sprężystości przy zginaniu, wytrzymałość na ścinanie, twardość według Brinella oraz udarność. Nasiąkliwość, higroskopijność oraz pęcznienie oznaczono na próbkach o wymiarach 20 x 20 x 8 mm. Próbę zginania przeprowadzono na próbkach o wymiarach 10 x 10 x 150 mm przy użyciu maszyny wytrzymałościowej "Instron". Wytrzymałość na ścinanie w płaszczyźnie stycznej oznaczono na próbkach kostkowych u boku 20 mm według metody brytyjskiej [7]. Do pomiaru udarności metodą Charpy'ego użyto próbek o wymiarach 10 x 10 x 100 mm zaopatrzonych w środku długości w półokrągły karc o promieniu 3 mm. Badania wytrzymałościowe na ściskanie wzdłuż i w poprzek włókien oraz twardość według Brinella przeprowadzono zgodnie z zaleceniami Polskich Norm. Pomiarów właściwości mechanicznych dokonano na materiale zupełnie suchym i nasyconym wodą. Łącznie zbadano ok. 600 próbek lignomeru i naturalnego drewna młodocianego.

3. WYNIKI DOŚWIADCZEŃ I ICH ANALIZA

Wyniki pomiarów właściwości fizycznych lignomeru oraz naturalnego drewna młodocianego sosny jako wartości średnie dla próbek pochodzących z trzech drzew doświadczalnych zestawiono w tabeli 1. Higroskopijność oznaczono po 144 dobach nawilżania (20°C /94%) jako zawartość pochłoniętej wilgoci w stosunku do masy lignomeru. Analogicznie obliczono nasiąkliwość po nasyceniu próbek metodą próżniową i utrzymaniu ich w wodzie przez 14 dni. W tabeli 1 zamieszczono jedynie dane dotyczące pęcznienia w wilgotnym powietrzu, a pominięto pęcznienie w wodzie, którego maksymalne wartości są do

T a b e l a 1

Właściwości fizyczne młodocianego drewna sosny
i wytworzonego z niego lignomeru

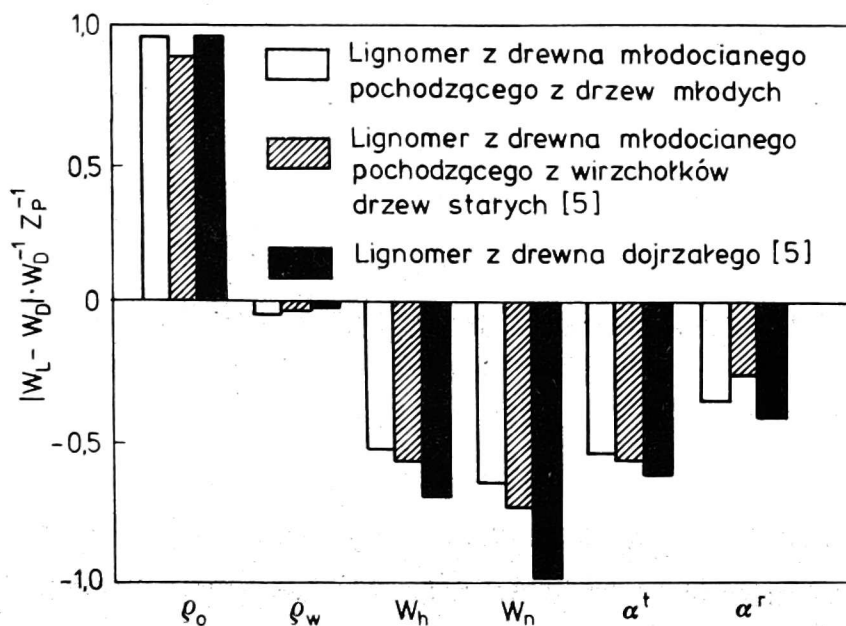
Rodzaj właściwości	Wielkości statystyczne					
	n szt.	\bar{x}	\pm	m	\pm	S
Gęstość, kg/m ³	54	374	\pm	2,68	19,70	5,3
	51	874	\pm	7,38	52,75	6,0
Gęstość, kg/m ³	18	1085	\pm	1,62	6,89	0,6
	51	962	\pm	7,04	49,78	5,2
Higroskopijność, %	15	26,6	\pm	0,14	0,52	1,9
	12	6,7	\pm	0,16	0,71	10,5
Nasiąkliwość, %	36	196,2	\pm	2,25	10,80	5,5
	32	20,8	\pm	0,39	2,42	11,1
Pęcznienie styczne, %	15	7,85	\pm	0,05	0,29	3,7
	12	1,90	\pm	0,14	0,48	25,3
Pęcznienie Promieniowe, %	15	3,96	\pm	0,04	0,21	5,3
	12	2,04	\pm	0,16	0,37	18,1

Nad kreską - drewno młodociane, pod kreską - lignomer z drewna młodocianego.

poprzednich zbliżone. Już z pobieżnej analizy danych zawartych w tabeli wynika, że wszystkie badane właściwości, oprócz gęstości w stanie suchym na skutek modyfikacji uległy wyraźnej poprawie. Na

rysunku 3 przedstawiono wskaźnik efektywności modyfikacji drewna, rozumianej jako iloraz względnego przyrostu wartości liczbowej danej właściwości lignomeru (W_L) w porównaniu z odpowiednią dla drewna naturalnego (W_D) i średniej zawartości polistyrenu (Z_p), a mianowicie ($W_L - W_D$). Wskaźnik ten charakteryzuje polepszenie lub pogorszenie danej właściwości lignomeru przy jednostkowej zawartości polistyrenu w stosunku do drewna naturalnego. Dla porównania rozumianego w ten sposób efektu modyfikacji drewna w zależności od pochodzenia tkanki drzewnej na rysunku tym przedstawiono również dane zaczerpnięte z wcześniej wykonanych badań [5] na drewnie młodocianym pochodzącym z wierzchołków drzew starych i na drewnie dojrzałym. Z rysunku 3 wynika, że w przypadku lignomeru z drewna młodocianego, w zasadzie niezależnie od pochodzenia tkanki drzewnej, uzyskuje się przy jednakowej zawartości polistyrenu mniej więcej zbliżony efekt modyfikacji. Jest on jednak, oprócz gęstości, mniejszy niż w przypadku lignomeru pochodzącego z drewna dojrzałego. Przyczyną tego może być mniejszy - prawdopodobnie - stopień związania polistyrenu ze ściankami cewek drewna młodocianego [12].

Wskaźnik obniżenia pęcznienia lignomeru (ASE) obliczony dla pęcznienia powierzchniowego (α_F) jest dla lignomeru z drewna młodocianego pochodzącego z drzew młodych wyższy niż dla lignomeru z drewna młodocianego pochodzącego z wierzchołków drzew starych

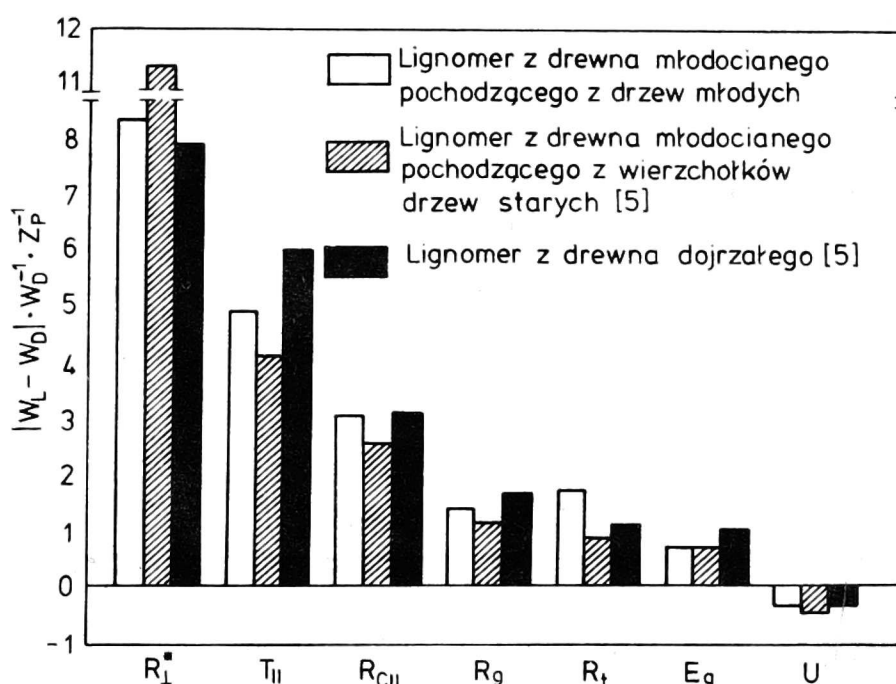


Rys. 3. Wskaźnik efektywności modyfikacji drewna sosny w aspekcie właściwości fizycznych

(tab. 2). Wartości wskaźnika ASE przy danej zawartości polistyrenu są zbliżone do tych, jakie otrzymuje się w kompozytach drzewnych na bazie innych polimerów [6]. Lignomer z młodocianego drewna sosny pochodzącego z drzew młodych wykazuje więc zwiększoną stabilność wymiarową w porównaniu z lignomerem z drewna dojrzałego i wytworzonego z drewna młodocianego pochodzącego z wierzchołków drzew starych.

Współczynnik anizotropii odkształceń wilgotnościowych w poprzecznej płaszczyźnie symetrii dla lignomeru zbliża się, niezależnie od pochodzenia tkanki drzewnej, do jedności, podczas gdy dla drewna naturalnego jego wartości wynoszą około 2. Jest to pozytywna cecha lignomeru, wskazująca na zmniejszoną skłonność tego tworzywa do pęknięć.

Wyniki oznaczeń właściwości mechanicznych lignomeru i drewna młodocianego pochodzącego z drzew młodych oznaczone w stanie mokrym zawiera tabela 3. Wyniki oznaczeń w stanie suchym pominięto ze względu na oszczędność miejsca. Efektywność modyfikacji tkanki drzewnej w zależności od jej pochodzenia w aspekcie właściwości mechanicznych przedstawiono na rysunku 4. w postaci już wcześniej zdefiniowanego wskaźnika efektywności modyfikacji ($(W_L - W_D) \cdot W_D^{-1} \cdot Z_p^{-1}$). Z rysunku tego wynika, że modyfikacja drewna polistyrenem spowodowała polepszenie właściwości wytrzymałościowych i twardości oraz pogorszenie udarności. Największy efekt uzyskano w



Rys. 4. Wskaźnik efektywności modyfikacji drewna sosny w aspekcie właściwości mechanicznych oznaczonych w stanie mokrym

T a b e l a 2

Higroskopijność (W_h), nasiąkliwość (W_n), pęcznienie (α_F) i wskaźnik obniżenia pęcznienia (ASE) lignomeru z młodocianego i dojrzałego drewna sosny (w %)

Rodzaj materiału	Zawartość PST %	Higroskopijność ^x			Nasiąkliwość ^{xx}		
		W_h^{xxx}	α_F	ASE	W_n^{xxx}	α_F	ASE
Lignomer z drewna młodocianego pochodzącego z drzew młodych	140	6,7	3,94	66,6	48,6	3,01	75,4
Lignomer z drewna młodocianego pochodzącego z drzew starych	122	12,0	5,4	55,4	31,0	3,9	67,8
Lignomer z drewna dojrzałego	92	17,6	7,8	44,7	46,5	9,9	36,9
Naturalne drewno młodociane pochodzące z drzew młodych		26,6	11,8		103,0	12,26	
Naturalne drewno młodociane pochodzące z drzew starych		26,1	12,1		94,0	12,1	
Drewno dojrzałe		26,0	14,1		82,5	15,7	

^x20°C/94% : 144 dni,

^{xx}20°C woda : nasycanie metodą próżniową i utrzymywanie w wodzie przez 14 dni,

^{xxx}Wilgotność lignomeru : m H₂O : m drewna,

T a b e l a 3

Właściwości mechaniczne młodocianego drewna sosny
i wytworzonego z niego lignomeru
oznaczone w stanie mokrym

Rodzaj właściwości	Wielkości statystyczne					V %
	n szt.	x	\pm m	\pm s		
Wytrzymałość na ściskanie	<u>17</u>	<u>13,4</u>	<u>\pm 0,44</u>	<u>1,83</u>	<u>13,7</u>	
wzdłuż włókien, MPa	18	71,0	\pm 2,04	8,66	12,2	
Wytrzymałość umow- na na ściskanie styczne, MPa	<u>16</u>	<u>1,59</u>	<u>\pm 0,05</u>	<u>0,21</u>	<u>12,9</u>	
	16	20,3	\pm 0,98	3,91	19,3	
Wytrzymałość na zginanie staty- czne, MPa	<u>16</u>	<u>18,1</u>	<u>\pm 1,07</u>	<u>4,26</u>	<u>23,5</u>	
	18	54,7	\pm 2,15	8,85	16,2	
Moduły sprężystości, MPa	<u>16</u>	<u>3,76</u>	<u>\pm 0,26</u>	<u>1,05</u>	<u>28,1</u>	
	18	7,46	\pm 0,33	1,37	18,4	
Wytrzymałość na ścinięcie, MPa	<u>17</u>	<u>4,01</u>	<u>\pm 0,09</u>	<u>0,39</u>	<u>9,6</u>	
	17	13,8	\pm 0,63	2,28	16,5	
Twardość według Brinella, MPa	<u>15</u>	<u>94,4</u>	<u>\pm 4,20</u>	<u>16,26</u>	<u>17,22</u>	
	17	752,3	\pm 38,0	156,76	20,80	
Udarność, kJ/m ²	<u>19</u>	<u>26,9</u>	<u>\pm 1,22</u>	<u>5,32</u>	<u>19,80</u>	
	17	13,9	\pm 0,84	3,47	25,0	

Nad kreską - drewno młodociane, pod kreską - lignomer z drewna młodocianego.

przypadku wytrzymałości umownej na ściskanie styczne (R_{\perp}^X) i twardości według Brinella (T_{\parallel}). Polepszenie właściwości mechanicznych jest dla sosnowego lignomeru z drewna młodocianego i dojrzałego mniej więcej jednakowe z wyjątkiem wytrzymałości umownej na

ściskanie poprzeczne. Zależności te są podobne dla lignomeru w stanie suchym przy znacznie jednak obniżonej wartości wskaźnika efektywności modyfikacji. Efekt modyfikacji przejawia się wyraźniej podczas badania lignomeru w stanie mokrym; potwierdzają to wcześniejsze dane [9, 10]. Wskaźniki osłabienia adsorpcyjnego lignomeru z drewna młodocianego pochodzącego z drzew młodych, wskazujące na obniżenie się wartości liczbowych danych właściwości przy wzroście wilgotności o 1%, są zbliżone do wartości uzyskanych dla lignomeru z drewna młodocianego pochodzącego z wierzchołków drzew starych [5]. Mieszczą się one w przedziale od 0,01 dla modułu sprężystości do 0,03 dla wytrzymałości na ściskanie poprzeczne. Dla drewna naturalnego wskaźniki te wynoszą odpowiednio od 0,02 do 0,03.

4. PODSUMOWANIE

Lignomer z drewna młodocianego pochodzącego z drzew młodych w porównaniu z drewnem naturalnym wykazuje znaczny przyrost gęstości w stanie suchym oraz obniżenie higroskopijności i pęcznienia. Tworzywo to powstałe na bazie drewna młodocianego i drewna dojrzałego odznacza się wybitnie obniżoną anizotropią, co jest szczególnie pozytywną cechą.

Przy jednakowej zawartości polistyrenu, niezależnie od pochodzenia młodocianej tkanki drzewnej, uzyskuje się podobny efekt modyfikacji. Jest on jednak w aspekcie właściwości fizycznych mniej korzystny niż w przypadku lignomeru pochodzącego z drewna dojrzałego. Przyczyną tego może być prawdopodobnie mniejszy stopień związania polistyrenu ze ściankami cewek drewna młodocianego.

Efektywność modyfikacji drewna młodocianego w aspekcie właściwości mechanicznych jest taka sama, jak dla drewna dojrzałego, a w przypadku wytrzymałości na ściskanie w poprzek włókien większa w porównaniu z lignomerem z drewna dojrzałego. W konkluzji przeprowadzonych badań stwierdzić można, że drewno młodociane pochodzące z drzew młodych, podobnie jak drewno młodociane pochodzące

z wierzchołków drzew starych, jest odpowiednim materiałem wyjściowym do wyrobu lignomeru.

LITERATURA

1. Buchholz J.: Die Qualität von Kiefernstammholz in Mischbeständen in Abhängigkeit von Alter. Holzindustrie 1080, 33/6/ s.180-181.
2. Dziewanowski R.: Określenie przydatności do polimeryzacji średniowymiarowego drewna sosnowego. Materiały z II Sympozjum: Modyfikacja drewna. Poznań-Zielonka 1979, s. 131-141.
3. Hejnowicz Z.: Anatomia rozwojowa drzew. PWN. Warszawa 1973.
4. Helińska-Raczkowska L., Raczkowski J.: Właściwości drewna sosny w zależności od stref przyrostowych wysokości i promienia drzew różnych klas wieku. Prace ORED 31, s. 72-82, 1978.
5. Helińska-Raczkowska L., Moliński W.: Właściwości lignomeru z młodocianego i dojrzałego drewna sosny zwyczajnej. Materiały z III Sympozjum: Modyfikacja drewna. Poznań-Zielonka 1981, s.376-391.
6. Kawakami H., Taneda K., Ishida S., Ohtami J.: Observation on the polymer in woodpolymer composite. Mokuzai Gakk. 27,3,1981 s. 197-204.
7. Lavers G. M.: The strenght properties of timbers. [W:] The strength properties of timbers. The Princes Risborough Lab.of the Building Research Estabilishment. MPT Construction, Lancaster 1974.
8. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie. Opis patentowy wynalazku polskiego nr 81908. Zgł. 1971. Opublikowany w 1976 r.
9. Ławniczak M., Pawlak H.: Wpływ nasycania drewna styrenem z dodatkiem metakrylanu butylu i akrylonitrylu na jakość otrzymanego lignomeru. Materiały z II Sympozjum: Modyfikacja drewna, Poznań-Zielonka 1979, s. 87-102.
10. Ławniczak M., Walentynowicz T.: Przydatność młodocianego drewna sosnowego do produkcji lignomeru. Materiały z II Sympozjum: Modyfikacja drewna, Poznań-Zielonka 1979, s. 142-153.
11. Rendle B. J.: Juvenile and adult wood. J. Inst. Wood Sci., 1960, 5, s. 58-61.
12. Widziałk M., Józwiak K.: Wpływ makrostruktury drewna jodłowego na własności lignomeru. Materiały z II Sympozjum: Modyfikacja drewna, Poznań-Zielonka, 1979, s.154-170.
13. Zobel B., Webb Ch., Henson F.: Core or juvenile wood of loblolly pine and slash pine trees. Tappi, 12, 5, 1959 s. 345-356.

Л. Хелиньска-Рачковска, В. Молинський

СВОЙСТВА ЛИГНОМЕРА ИЗ ЮВЕНИЛЬНОЙ СОСНОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ

РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Р е з ю м е

Проводились исследования, целью которых было определение пригодности ювенильной сосновой древесины молодых деревьев для производ-

ства лигномера. Проводился также сравнительный анализ свойств лигномера из ювенильной древесины молодых деревьев со свойствами лигномера из ювенильной древесины верхушек старых деревьев. Установлено, что лигномер произведенный из ювенильной древесины молодых деревьев показывает в сравнении с природной древесиной значительный прирост удельного веса в сухом состоянии, а снижение гигроскопности и набухания. Такого рода материал характеризуется значительным снижением анизотропности в сравнении с природной древесиной.

При одинаковом содержании полистирола, независимо от происхождения древесной ткани, получается сходный эффект модификации. Однако он характеризуется менее благоприятными физическими свойствами, чем лигномер произведенный из зрелой древесины. Причиной этого является, по всей вероятности, меньшая степень связания полистиролом со стенками трахеид ювенильной древесины. Эффективность модификации ювенильной древесины в отношении механических свойств практически одинакова как в случае зрелой древесины. Проведенные исследования позволяют заключать, что ювенильная древесина сосны, независимо от происхождения, является хорошим исходным материалом для производства лигномера.

L. Helińska-Raczkowska, W. Moliński

PROPERTIES OF LIGNOMER MADE FROM JUVENILE PINE
WOOD OF VARIOUS ORIGIN

S u m m a r y .

The investigations aiming at determination of usefulness of the juvenile pine wood originating from young trees for the lignomer production were carried out. Also a comparative analysis of properties of the lignomer made from juvenile wood of young trees and those of the lignomer made from juvenile wood of old tree tops was carried out. It has been found that lignomer produced on the basis of juvenile wood originating from young trees is characterized by a highly increased density in dry state and by a reduced higroscopicity and swelling. Such a material distinguishes itself with a considerably reduced anisotropy as compared with natural wood.

At an equal content of polystyrene similar effect of the modification is obtained, irrespective of the origin of the wood tissue. It is, however, less favourable with regard to physical properties than lignomer made from mature wood is practically the same as for mature wood. The investigations allow to conclude that juvenile pine wood is a good initial material for the lignomer production, irrespective of its origin.