

WITOLD PAZDROWSKI

**Wpływ podkrzesania sosny zwyczajnej**  
(*Pinus silvestris* L.)  
**na zmiany gęstości**  
**i wytrzymałości jej drewna**

Влияние обрубки сучьев у сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.)  
на изменение плотности и сопротивляемости её древесины

Effect of pruning of the Scots pine (*Pinus silvestris* L.)  
on alterations in wood density strenght

Gęstość drewna jest wskaźnikiem jego mechanicznych właściwości oraz jego wydajności jako surowca wykorzystywanego w przerobie chemicznym i fizyko-chemicznym (8, 10). Wraz ze wzrostem gęstości zwiększają się niektóre mechaniczne właściwości drewna oraz rośnie wydajność otrzymywanych z niego produktów. Jest więc ona ważną fizyczną właściwością drewna, ponieważ decyduje o możliwościach jego wykorzystania.

Gęstość drewna uzależniona jest od szeregu czynników wewnętrznych i zewnętrznych, do których należą m. in. wykonywane przez człowieka zabiegi leśnogospodarcze (8, 10). Jednym z nich to podkrzesywanie drzew, zabieg umożliwiający produkcję wysokowartościowego drewna przemysłowego o znacznym udziale masy bezsęcznej i większej zdrowotności surowca drzewnego (1—7, 9—18, 21, 23).

Celem niniejszej pracy jest próba określenia wpływu podkrzesania sosny zwyczajnej na kształtowanie się gęstości umownej i wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien jej drewna, wytworzonego po wykonaniu zabiegu.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto drewno sosen, które rosły na powierzchni doświadczalnej Instytutu Użytkowania Lasu i Inżynierii Leśnej AR w Poznaniu, znajdującej się na terenie Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka, w oddz. 83a.

W marcu 1961 r. podkrzesano drzewa na ośmiu działkach, zostawiając na dwóch drzewa nie podkrzesane. Działkom z drzewami nie podkrzesanymi wyznaczono rolę jednostek porównawczych (kontrolnych). Z drzew okrzesano gałęzie żywe, martwe oraz wystające z pni suche tylce. Natężenie podkrzesania wyrażono czterostopniową skalą w zależności od redukcji długości żywej korony drzewa.

I stopień podkrzesania (B) — usunięto 1 dolny okólek żywych gałęzi, tj. 17% długości korony;

II stopień podkrzesania (C) — usunięto 2 dolne okółki żywych gałęzi (33%);

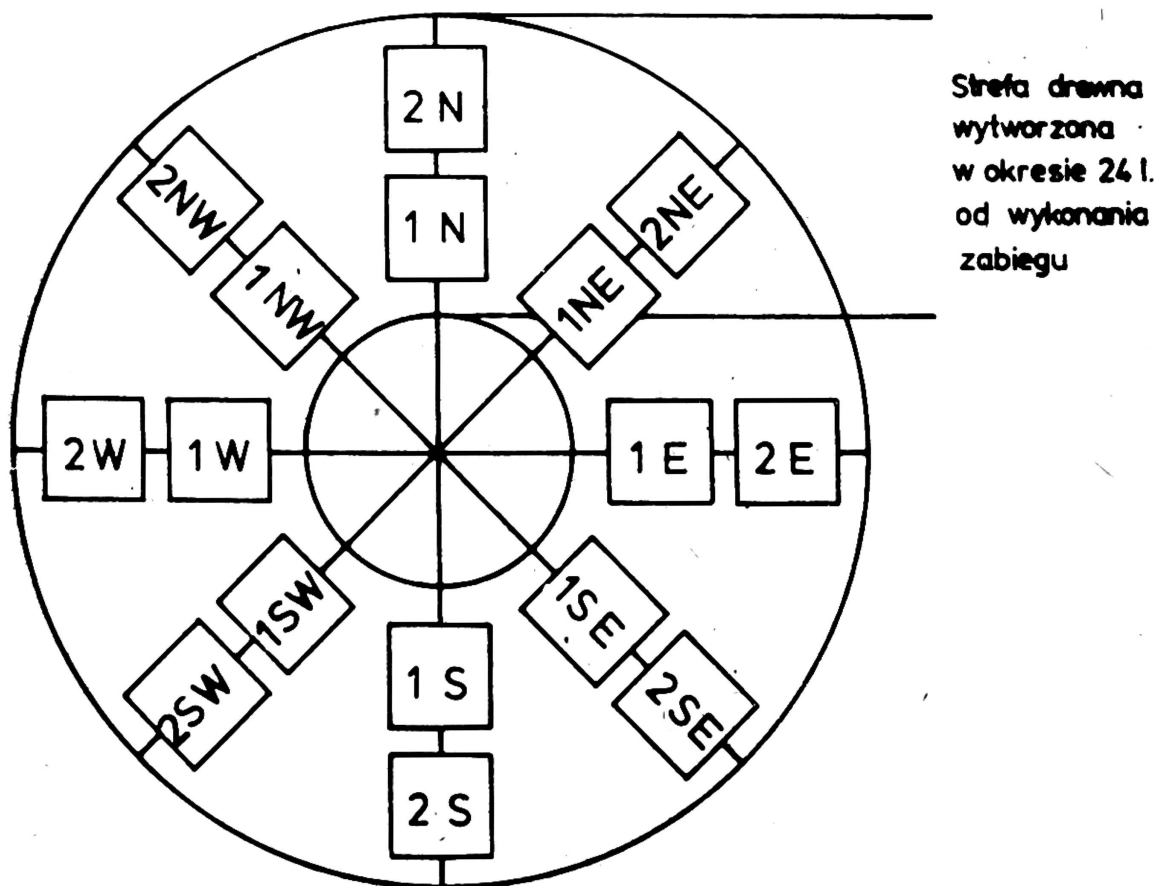
III stopień podkrzesania (D) — usunięto 3 dolne okółki żywych gałęzi (50%);

IV stopień podkrzesania (E) — usunięto 4 dolne okółki żywych gałęzi (67%).

W momencie podkrzesywania na powierzchni badawczej znajdowały się 2193 drzewa, w tym 382 nie zostały podkrzesane (wariant kontrolny — A). W 1975 r. drzewostan, w którym znajduje się powierzchnia badawcza, liczył 37 lat. Bonitacja dla sosny Ia, typ siedliskowy lasu — BMśw (1973).

W styczniu 1975 r. na dziesięciu działkach powierzchni badawczej dokonano pomiaru pierśnic wszystkich rosnących drzew oraz wysokości 20 drzew dla każdego wariantu doświadczenia. Na podstawie uzyskanych wyników pomiaru pierśnic i wysokości drzew wyliczono metodą Uricha I wymiary czterech drzew próbnych, a następnie wybrano je w terenie. Do ścięcia wybierano sosny o zdrowej, prostej strzale i o symetrycznej i dobrze wykształconej koronie. Po zaznaczeniu na pniu każdego drzewa kierunku północnego ścięto je, a następnie pobrano z nich jednometrowe wyrzynki odziomkowe z wysokości 0,5 m do 1,5 m. Wyrzynki te stanowiły materiał, z którego pozyskano próbki do badań gęstości umownej drewna oraz wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien.

Schemat rozmieszczenia beleczek na przekroju poprzecznym wyrzynka pokazano na ryc. 1. Zlokalizowano je w strefie drewna wytworzonego po



Ryc. 1. Rozmieszczenie beleczek na przekroju poprzecznym wyrzynka

podkrzesaniu drzew, wzdłuż wykreślonych kierunków świata. Beleccki i próbki (o wymiarach  $2 \times 2 \times 3$  cm) wycinano szybko tnącą, o drobnym uzębieniu, piłą tarczową z drewna o wilgotności przekraczającej punkt nasycenia włókien.

Gęstość drewna oznaczano metodą stereometryczną. Określano ją jako gęstość umowną na próbkach, które w dalszej kolejności służyły do badań wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien.

Wytrzymałość wzdłuż włókien określano na maszynie wytrzymałościowej Instron z dokładnością odczytu do 5 daN. Wytrzymałość próbek określano przy wilgotności drewna powyżej punktu nasycenia włókien. Wilgotność oznaczano metodą suszarkowo-wagową.

Badanie gęstości umownej i wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien przeprowadzono na 707 próbkach.

Uzyskany materiał pomiarowy analizowano metodami statystyki matematycznej.

### WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań (tab. 1) wykazują, że drewno drzew nie podkrzesanych w porównaniu z drewnem drzew podkrzesanych wytworzone w okresie 24 lat od momentu założenia doświadczenia miało najwyższą gęstość umowną, na co wskazują uzyskane wartości najczęstsze, a przede wszystkim średnie arytmetyczne. Wartość średnia gęstości umownej drewna sosen kontrolnych wynosiła  $0,53 \text{ g/m}^3$ , natomiast u drzew podkrzesanych była niższa i wahała się od  $0,48 \text{ g/m}^3$  do  $0,50 \text{ g/m}^3$ . Różnica wynosiła od 6% do 9%.

Opierając się na wynikach analizy wariancji i testu Tukeya stwierdzono, że:

— przeciętna gęstość umowna drewna drzew kontrolnych jest statystycznie istotnie wyższa niż drzew podkrzesanych;

— przeciętna gęstość umowna drewna w wariantach, gdzie u drzew okrzęsano 2 i 3 okółek gałęzi żywej korony, jest statystycznie istotnie niższa niż u drzew z okrzęsaniem 1 okółkiem.

Na podstawie obliczeń statystycznych udowodniono więc występowanie istotnego różnicowania między gęstością drewna sosen nie podkrzesanych i podkrzesanych, natomiast brak jest podstaw do stwierdzenia

Tabela 1

**Charakterystyka statystyczna gęstości umownej drewna sosen w różnym stopniu podkrzesanych**

Miary położenia i rozproszenia	Wariant doświadczenia				
	A	B	C	D	E
Wartość najczęstsza $\text{g/cm}^3$	0,51	0,51	0,50	0,49	0,49
Średnia arytmetyczna $\text{g/cm}^3$	0,53	0,50	0,48	0,48	0,49
%	100	94	91	91	92
Współczynnik zmienności %	10,8	8,8	8,8	8,1	6,7

Najmniejsza istotna różnica — NIR — (Test Tukeya  $P = 0,01$ )

$L = 0,014 \text{ g/cm}^3$

wyraźnego wpływu natężenia zabiegu u drzew na gęstość umowną ich drewna.

Zmienność gęstości umownej utrzymywała się w przedziale od 6,7% do 10,8% (tab. 1). Najwyższy współczynnik zmienności wykazało drewno sosen nie podkrzesanych, najniższy natomiast drewno drzew najsilniej podkrzesanych. Otrzymane współczynniki zmienności świadczą, że zmienność omawianej właściwości zmieniała się w zależności od intensywności podkrzesania.

Tabela 2

**Charakterystyka statystyczna wytrzymałości drewna na ściskanie  
wzdłuż włókien sosen w różnym stopniu podkrzesanych**

Miary położenia i rozproszenia	Wariant doświadczenia				
	A	B	C	D	E
Wartość najczęstsza daN/cm <sup>2</sup>	304	285	276	271	297
Srednia arytmetyczna daN/cm <sup>2</sup>	304	297	286	279	282
%	100	98	94	92	93
Współczynnik zmienności %	17,4	13,5	16,1	12,2	13,5

Najmniejsza istotna różnica — NIR — (Tekst Tukeya  $P = 0,01$ )

$L = 13,0$  daN/cm<sup>2</sup>

Charakterystykę statystyczną oraz średnie wartości wytrzymałości drewna na ściskanie wzdłuż włókien w poszczególnych wariantach doświadczenia przedstawiono w tab. 2. Z danych tych wynika, że przeciętna wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien drewna sosen nie podkrzesanych i podkrzesanych, którym usunięto 1 okółek gałęzi żywej korony, jest statystycznie istotnie wyższa niż wytrzymałość drewna drzew z usuniętymi 3 i 4 okólkami gałęzi. Wytrzymałość drewna sosen nie podkrzesanych i tych, którym okrzesano jeden okółek gałęzi, wynosiła odpowiednio 304 daN/cm<sup>2</sup> i 297 daN/cm<sup>2</sup>. Drewno zaś drzew, którym usunięto 2, 3 i 4 okółki żywych gałęzi posiadało wytrzymałość 286 daN/cm<sup>2</sup>, 279 daN/cm<sup>2</sup> i 282 daN/cm<sup>2</sup>. Najwyższa wartość najczęstsza (304 daN/cm<sup>2</sup>) wystąpiła u drzew kontrolnych, u podkrzesanych zaś była niższa i wahała się od 271 daN/cm<sup>2</sup> do 297 daN/cm<sup>2</sup>.

Podobnie jak w przypadku zmienności gęstości umownej najwyższy współczynnik zmienności wytrzymałości drewna na ściskanie wzdłuż włókien wystąpił u drzew nie podkrzesanych (17,4%). Zmienność ta u sosen podkrzesanych utrzymywała się w przedziale od 12,2% do 16,1%, przy czym najniższą stwierdzono u drzew, którym usunięto 3 okółki żywych gałęzi.

W niniejszej pracy zależność wytrzymałości drewna na ściskanie wzdłuż włókien wytworzonego po podkrzesaniu drzew od jego gęstości scharakteryzowano współczynnikami korelacji ( $r$ ) i determinacji ( $r^2$ ). Wyniki obliczeń zestawiono w tab. 3 oraz przedstawiono graficznie na ryc. 2. Wynika z nich, że efekty liniowe są bardzo istotne, a zależność ta ma charakter prostoliniowy, co uwidocznione jest na ryc. 2. Wysokie współczynniki korelacji wystąpiły u drzew, którym okrzesano 1, 2 i 3 okółki żywych gałęzi oraz u drzew kontrolnych. Wartości ich wynosiły

**Zależność wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien  
od gęstości umownej drewna sosen podkrzesanych**

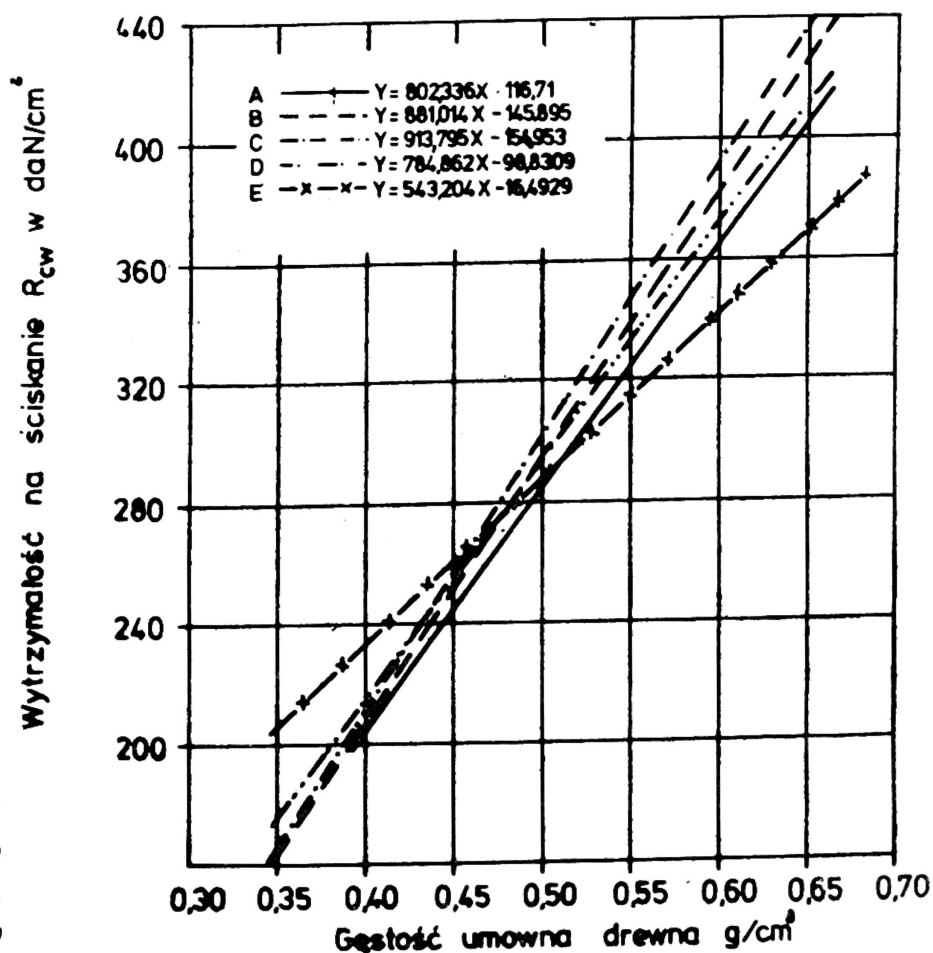
Wariant doświadczenia	Współczynnik korelacji (r)	Współczynnik determinacji (r <sup>2</sup> )	F obl.	F. tab.	
				L = 0,05	L = 0,01
A	+0,859	0,738	21,18 **	1,96	2,58
B	+0,966	0,933	40,90 **	1,86	2,62
C	+0,827	0,684	17,64 **	1,96	2,58
D	+0,883	0,780	20,54 **	1,98	2,62
E	+0,464	0,215	6,57 **	1,96	2,58

\*\* bardzo istotne zróżnicowanie

odpowiednio: +0,966; +0,827; +0,883 oraz +0,859. Najniższy współczynnik (+0,464) stwierdzono u sosen, którym usunięto 4 okółki gałęzi, a więc najsilniej podkrzesanych.

Opierając się na obliczonych współczynnikach determinacji należy stwierdzić, że statystycznie udowodniono wpływ podkrzesania drzew na gęstość umowną drewna oraz jego wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien. Wpływ ten wyrażał się w różny sposób i z różną intensywnością.

Zmienność badanych właściwości drewna była mniejsza u drzew podkrzesanych niż u kontrolnych, przy czym w odniesieniu do gęstości



Ryc. 2. Wytrzymałość drewna, wytworzonego po podkrzesaniu drzew, na ściskanie wzdłuż włókien w zależności od jego gęstości

umownej współczynniki zmienności obniżały się w miarę zwiększania się intensywności podkrzesania. Na tej podstawie można sądzić, że podkrzesywanie drzew prowadzi do zwiększania jednorodności (homogeniczności) produkowanego surowca, co niewątpliwie jest zjawiskiem pożądanym.

Do wyjaśnienia przedstawionych stwierdzeń, zwłaszcza w odniesieniu do kształtowania się gęstości i wytrzymałości drewna, posłużyć mogą w pewnym stopniu badania Splawy—Neymana (22). Ustalił on, że w pobliżu sęków występuje nieregularny układ przyrostów rocznych, znaczny udział drewna późnego oraz krótsze cewki o grubych ściankach. W związku z tym drewno znajdujące się nad i pod sękami ma wyższą gęstość i twardość aniżeli drewno strefy bezsęczonej.

Na odcinku od 0,5 m do 1,5 odziomkowej części pni badanych drzew, tj. w wyrzynkach, z których pobrano próbki, wystąpiło zagęszczenie okółków z sękami, gdyż w wieku, w którym drzewa osiągnęły tę wysokość, roczne przyrosty wysokości były nieduże. Sęki tkwiące w drewnie pnia spełniały rolę „bolców”, które na skutek oblewania ich tkanką drzewną pnia oraz wyginania strzał przez wiatr przyczyniały się do powstawania z jednej strony dużych naprężeń wewnętrznych, z drugiej zaś do tworzenia się drewna napięciowego nad i pod sękami. Tego rodzaju zjawisko nie wystąpiło w drewnie okrzesej części pnia, gdyż w wyniku podkrzesania drzew skrócono sęki, przyspieszając tym samym moment ich zarośnięcia i umożliwiając powstanie drewna bezsęczonego, co prawda o niższej gęstości i wytrzymałości, lecz o większej jednorodności w porównaniu z drzewami kontrolnymi. W wyniku naturalnego oczyszczania się pnia z gałęzi w pewnym okresie życia drzew również następuje stopniowe zarastanie sęków po obumarłych gałęziach, a następnie odkładanie się drewna bezsęczonego charakteryzującego się większą jednorodnością niż drewno poprzerastane sękami. Z praktyki wiadomo, że w zależności od szeregu warunków obumieranie gałęzi, ich odpadanie i zarastanie powstających sęków następuje w stosunkowo późnym wieku, co niewątpliwie odbija się ujemnie na udziale wytworzonego drewna bezsęczonego. Stosując zabieg podkrzesywania drzew, możemy świadomie kierować tym procesem, przyczyniając się do pozyskiwania w przyszłości surowca o dużym udziale drewna bezsęczonego i o większej jednorodności.

## WNIOSKI

1. Podkrzesywanie drzew spowodowało istotne obniżenie się gęstości umownej oraz wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien drewna wytworzonego w okresie 24 lat od wykonywania zabiegu. Gęstość drewna drzew podkrzesanych była niższa niż u kontrolnych o 6%—9%, natomiast wytrzymałość o 2%—8%.

2. Gęstość umowna i wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien drewna sosen podkrzesanych wykazywały mniejszą zmienność w porównaniu z drewnem drzew kontrolnych. Zmienność tych właściwości u drzew podkrzesanych wahała się od 6,7% do 8,8% dla gęstości oraz od 12,2% do 16,1% dla wytrzymałości, u nie podkrzesanych zaś odpowiednio 10,8% i 17,4%. Przy gęstości umownej współczynniki zmienności obniżały się w miarę zwiększania intensywności podkrzesania, natomiast w odniesie-

niu do wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien zjawiska tego nie stwierdzono.

3. Z uwagi na możliwość zwiększenia przez podkrzesywanie drzew jednorodności drewna w zakresie jego gęstości i wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien zabieg ten powinien znaleźć szersze zastosowanie w praktyce.

Z Instytutu Użytkowania Lasu  
i Inżynierii Leśnej  
Akademii Rolniczej w Poznaniu

#### LITERATURA

1. Chudzik M.: Podkrzesywarka do drzew stojących. *Las Pol.* 1970 R. 44 nr 17.
2. Ilmurzyński E.: Podkrzesywanie drzew w lesie. Warszawa: PWRiL 1964.
3. Kobyliński F.: Wpływ uszczenia na jakość drewna iglastego. *Sylwan* 1970 R. 114 nr 10.
4. Kobyliński F.: Podkrzesywanie — ważny czynnik podnoszenia jakości drewna. *Las Pol.* 1972 R. 46 nr 17.
5. Korpel S.: Zvyšovanie hodnoty produkcie porastov borovice sosny vyvetvovaním. *Lestnictvi* 1977 R. 23.
6. Kramer W.: Zur Grünästung der Kiefer. *Allg. Forstszchr.* 1970 Jg. 25 Nr. 34/35.
7. Krotkevič P. G.: Vyraščivanie vysokokačestvennoj drevesiny. Moskva 1955.
8. Krzysik F.: Nauka o drewnie. Warszawa: PWN 1974.
9. Lücke: Grünästung der Kiefer. *Forst- u. Holzwirt* 1968 Jg. 23 Nr. 20.
10. Meyer R.: Die einzige Alternative — Ästung in Nadelholzbeständen. *Forstarchiv* 1972 Jg. 43 H. 7.
11. Miler Z., Karwański M.: Szybkość zarastania sęków u podkrzesanej sosny pospolitej (*Pinus silvestris* L.) jako podstawa przewidywania sortymentów drewna okrągłego. *Rocz. AR Pozn.* 1973 T. 67 Leś. z. 12.
12. Miler Z., Sędecki A.: Dynamika zarastania sęków u modrzewia jako podstawa oceny jakościowej drewna spodziewanych sortymentów. *Komis. Nauk Rol. i Leśn. Pr. z Zakr. Nauk Leś.* 1975 T. 40.
13. Olischläger K.: Zur Wertästung der Fichte. *Forstarchiv* 1970 Jg. 41 H. 12.
14. Olischläger K.: Die Technik der Wert-Ästung. *Allg. Forstszchr.* 1971 Jg. 26 Nr. 12.
15. Pavlov E. A.: Drevolazajuščie mechanizirovanne vetvezki. *Les. Choz.* 1970 nr 8.
16. Pazdrowski W.: Ocena skutków podkrzesania sosen (*Pinus silvestris* L.) na przykładzie powierzchni badawczej Leśnego Zakładu Doświadczalnego Murwana Goślina. *Praca doktorska AR Poznań* 1978.
17. Pitikín A. I.: Obrezka sučiev v jelovych nasaždenijach Karpat. *Les. Choz.* 1972 nr 8.
18. Polubojarinov O. I.: Obrezka derevev v zarubežnych stranach. *Les. Choz.* 1970 nr 8.
19. Polubojarinov O. I.: Plotnost drevesiny. Moskva 1976.
20. Praca zbiorowa: Operat Urządzeniowy Nadleśnictwa Zielonka. *Inst. Urz. Lasu i Inż. Leś.* AR Poznań 1973.
21. Remis J.: Okliesnovanie a presvetlevanie borovicovych parastov. *Les* 1975 R. 31 nr 4.

22. Spława - Neyman S.: Sprawozdanie z badań nad wpływem sęków na właściwości tarcicy. Maszynopis ITD Poznań 1976.
23. Wagenknecht E., Achtenberg W.: Beiträge zur Rationalisierung des Waldbaus. 12. Rationelle Ästungen. Soz. Forstw. 1967 Jg. 17 H. 9.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 15 lipca 1980 r.

### Краткое содержание

Работа является попыткой определения, в какой степени одноразовая обрубка сучьев у сосны (*Pinus sylvestris* L.) влияет на изменения условной плотности и сопротивляемости на сжатие вдоль волокон её древесины.

Исследованиями были охвачены сосны вырастающие в условиях местопроизрастания типа леса бор смешанный свежий, обрубка сучьев проведена в 1951 г., т.е. тогда основное насаждение насчитывало 12 лет. В них были учтены 4 варианта обрубki сучьев у деревьев с дифференцированной степенью концентрации мероприятия.

Исследования показали, что обрубка сучьев у деревьев, вызвала существенное уменьшение условной плотности и сопротивляемости на сжатие вдоль волокон древесины, образованной в период 24 лет с момента проведения мероприятия. Снижение плотности достигало с 6% до 9%, сопротивляемости с 2% до 8%.

Исследованные свойства у сосен с обрубленными сучьями показали меньшую изменчивость по сравнению с контрольными деревьями. Изменчивость этих свойств у деревьев с обрубленными сучьями колебалась с 6,7% до 8,8% для плотности и с 12,2% до 16,1% для сопротивляемости, а с не обрубленными сучьями соответственно 10,8% и 17,4%

Учитывая возможность увеличения путем обрубki сучьев у деревьев однородности древесины с точки зрения плотности и сопротивляемости на сжатие вдоль волокон, это мероприятие должно найти более широкое практическое применение.

### Summary

The paper contains a tentative determination to what extent a single pruning of pines (*Pinus sylvestris* L.) affects alterations in conventional density and compressive strength along grain of their wood.

Studies included pines growing on the site of a fresh mixed coniferous forest pruned in 1951, i.e. when the pine stand was 12 years old. Four variants of pruning with different degree of treatment intensity were considered.

Studies indicated that pruning brought about a significant decline in conventional density and compressive strength along grain of wood formed during 24 years since the performance of treatment. The decline in density varied from 6 to 9%, while that of strength — from 2% to 8%.

The properties studied revealed a lesser variation in pruned pines when compared to control ones. Variation of these properties in pruned trees fluctuated from 6.7% to 8.8% in the case of density and from 12.2% to 16.1% in the case of strength in unpruned — 10.8% and 17.4%, respectively.

Due to the possibility of increasing the homogeneity of wood in the sphere of its density and compressive strength along grain with the aid of pruning, this treatment should find a broader application in practice.