

**JUSTYNA NOWAKOWSKA, TOMASZ BORECKI,  
STANISŁAW MIŚCICKI, EDWARD STĘPIEŃ,  
ROMAN ZIELONY**

## **Ocena plantacji szybko rosnących gatunków drzew leśnych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Rogowie**

Evaluation of Plantations of Fast Growing Forest Tree Species  
in the Forest Experimental Station in Rogów

### **Wstęp**

**W** latach 1971–1974 na terenie Nadleśnictwa Doświadczalnego Rogów, w celu przeprowadzenia kompleksowych badań nad możliwością uprawy plantacyjnej rodzimych szybko rosnących gatunków drzew leśnych, założono pięć powierzchni badawczych. Realizacja postawionego ogólnego celu odbywa się przez:

- dobór najefektywniejszych gatunków drzew leśnych do uprawy plantacyjnej na żyznym i ubogim siedlisku,
- przetestowanie różnych zabiegów agrotechnicznych i agromelioracyjnych dla badanych gatunków drzew (Szymkiewicz, 1973).

### **Cel i zakres pracy**

Celem niniejszej pracy jest ocena wzrostu i rozwoju wybranych gatunków drzew leśnych rosnących w warunkach uprawy plantacyjnej na żyznym i ubogim siedlisku. Ocena dotyczy 21-letnich upraw plantacyjnych. Realizując postawiony cel badań dla poszczególnych gatunków, w ramach wariantów uprawowych i siedliskowych, określono następujące cechy:

- przeciętną zasobność,
- przeciętny przyrost miąższości całkowitej produkcji,
- bieżący okresowy (5 -letni) przyrost miąższości.

- przeciętną pierśnicę i wysokość.

Na podstawie analizy wymienionych cech wybrane zostaną najbardziej przydatne do uprawy plantacyjnej rodzime gatunki drzew leśnych oraz ocenione będą poszczególne warianty uprawowe, na obecnym etapie badań, czyli po 21 latach wzrostu plantacji.

## Obiekt badań

W 1971 roku na terenie Nadleśnictwa Rogów założono dwie plantacyjne powierzchnie badawcze — nr I w uroczysku ZACYWILKI na siedlisku lasu świeżego (Lśw) i nr II w uroczysku GUTKOWICE na siedlisku boru suchego, zdegradowanego z boru świeżego ubogiego (Bśw-d). Na obu powierzchniach założono po pięć wariantów badawczych, na których wprowadzono następujące gatunki drzew:

WARIANT 1	brzoza brodawkowata ze świerkiem pospolitym (pow. I) brzoza brodawkowata z olszą szarą* (pow. II)
WARIANT 2	modrzew polski
WARIANT 3	sosna zwyczajna
WARIANT 4	topola hybryda 275 i topola szara
WARIANT 5	gatunki jak w wariantach 1–3 w zmieszaniu pasowym.

W celu wyeliminowania mikroźródnicowania każdy wariant został czterokrotnie powtórzony na prostokątnych działkach o wielkości 0,20 ha (40 x 50 m), rozmieszczonych w układzie bloków losowych.

Warianty 1–3 traktowane są jako podstawowy przedmiot doświadczenia. Wariant 4 — topolowy przewidziano jako porównawczy, mający wykazać co można w takich samych warunkach osiągnąć przy uprawie tego preferowanego w plantacjach gatunku. Wariant 5, na którym nie stosowano nawożenia mineralnego i organicznego jest również wariantem porównawczym. Ma on wykazać jaki jest wpływ stosowanego nawożenia na wzrost badanych gatunków drzew leśnych w różnych warunkach siedliskowych. Wiosną 1971 roku wykonano sadzenie na obu powierzchniach w rozluźnionej więźbie, po przeprowadzeniu odpowiednich zabiegów agromelioracyjnych (karczowanie pni, głęboka orka, wapnowanie, a w uroczysku Gutkowice na powierzchni wariantów 1–3 dodatkowo wyorano głębokie bruzdy pod rzędami sadzenia i usypano 30-centymetrową warstwę torfu, którą przemieszano z piaskiem i przykryto glebą).

W pierwszych latach wzrostu uprawy działki wariantów 1–4 nawożono. Na bogatym siedlisku (Lśw — pow. I) 3-krotnie — w latach 1973, 1975 i 1976 zasilano glebę nawozami mineralnymi (wapnem magnezowym i solą potasową), a w roku 1975 wysiano dodatkowo łubin trwały. Na ubogim siedlisku (Bśw-d — pow. II) 7-krotnie wykonywano nawożenie mineralne — w latach 1971–1975 oraz w 1977 i 1979 roku. Stosowano wapno węglanowe i węglanowo-magnezowe, sól potasową, siarczan potasu, superfosfat. Ponadto w latach 1971, 1972 i 1974 wysiewano łubin, a w 1973 roku — gorczycę (Dokumentacje, 1975, 1981). Na obu powierzchniach plantacyjnych wykonywane były schematyczne cięcia rozluźniające mające na celu regulację zwarcia i rozmieszczenia drzew.

---

\*Olsza szara traktowana jest jako domieszka biocenotyczna, nie podlega pomiarom

## Metodyka badań

Poszczególne cechy taksacyjne ustalano z uwzględnieniem siedliskowego typu lasu, gatunku drzewa i wariantu badawczego, na podstawie pomiarów terenowych wykonywanych od 1981 roku cyklicznie co pięć lat. Pomiarom objęte były pierśnice wszystkich drzew zgrupowane w 1-centymetrowych stopniach grubości. Wysokość położenia pierśnicy oznaczona jest w sposób trwały farbą olejną. Pozostałe elementy potrzebne do ustalenia miąższości na podstawie funkcji Pollanschütza, tj.: wysokość ( $h$ ) i grubość na 0,3 wysokości ( $d_{0,3h}$ ), mierzono na 15 drzewach dla powtórzenia, czyli 60 dla wariantu. Przy wyborze tych drzew uwzględniano frekwencję w stopniach grubości. Pomiar wysokości drzew wykonywany był za pomocą wyskalowanej tyczki (dla drzew niższych — o wysokości do 10 metrów) z dokładnością do 0,5 m, lub wysokościomierzem Blume-Leissa (dla drzew o wysokości wyższej od 10 m) z dokładnością do 0,5 m. Pierśnice drzew, dla których określano wysokość mierzono średnicomierzem z dokładnością do 0,1 cm. Grubość na wysokości względnej (0,3 wysokości drzewa) mierzono średnicomierzem z dokładnością do 0,1 cm (gdy wysokość pomiaru nie była większa niż 2 m) lub "klupą fińską" osadzoną na 3- lub 5-metrowej wyskalowanej tyczce, z dokładnością do 0,5 cm (Dokumentacja, 1985).

### Miąższość

Miąższość wariantu określano na podstawie miąższości pojedynczego drzewa, obliczonej dla poszczególnych stopni grubości przy zastosowaniu funkcji Pollanschütza oraz liczby drzew występujących w danym stopniu grubości. Funkcja Pollanschütza dla gatunków będących przedmiotem badań przedstawiają się następująco:

#### SOSNA

$$V = \frac{\pi}{4} h [-0,209860 \cdot d_{1,3}^2 + 0,814030(d_{0,3h} \cdot d_{1,3}) + 0,000195795h \cdot d_{1,3} + 0,317280 \cdot d_{1,3}]$$

#### MODRZEW

$$V = \frac{\pi}{4} h [-0,219830 \cdot d_{1,3}^2 + 0,802760 \cdot (d_{0,3h} \cdot d_{1,3}) + 0,000323901 \cdot d_{1,3} + 0,0183610 \cdot d_{1,3}]$$

#### ŚWIERK

$$V = \frac{\pi}{4} h [-0,243560 \cdot d_{1,3}^2 + 0,827140 \cdot (d_{0,3h} \cdot d_{1,3}) + 0,000291030 \cdot h \cdot d_{1,3} + 0,0287120 \cdot d_{1,3}]$$

#### BRZOZA

$$V = \frac{\pi}{4} h [-0,077804 \cdot d_{1,3}^2 + 0,568230 \cdot (d_{0,3h} \cdot d_{1,3}) + 0,051675 (h_k \cdot d_{1,3}^2) : h + 0,000544142 \cdot h]$$

$$V = \frac{\pi}{4} h [-0,084312 \cdot d_{1,3}^2 + 0,592805 \cdot (d_{0,3h} \cdot d_{1,3}) + 0,022711 (h_k \cdot d_{1,3}) : h + 0,000647000 \cdot h ]$$

gdzie:

$V$  — miąższość pojedynczego drzewa (w  $\text{dm}^3$ )

$h$  — wysokość drzewa (w  $\text{dm}$ )

$d_{1,3}$  — pierśnica drzewa (w  $\text{dm}$ )

$d_{0,3h}$  — grubość drzewa na 0,3 wysokości (w  $\text{dm}$ )

$h_k$  — wysokość osadzenia korony (w  $\text{dm}$ )

Dla poszczególnych stopni pierśnic wysokość ( $h$ ) oraz grubość na 0,3 wysokości ( $d_{0,3h}$ ) odczytywano odpowiednio z krzywej wysokości i funkcji zależności  $d_{0,3h}$  od pierśnicy, sporządzonych na podstawie pomiarów 60 drzew dla wariantu. Jako wysokość osadzenia korony ( $h_k$ ) dla gatunków liściastych, ze względu na małe zróżnicowanie tej cechy, przyjmowano średnią wartość jednakową dla wszystkich stopni pierśnic uzyskaną z pomiaru kilkunastu drzew danego wariantu (Dokumentacja, 1985).

### Przyrost miąższości

Bieżący 5-letni przyrost miąższości obliczano z różnicy wartości zapasu aktualnego i początkowego (ustalonego 5 lat wcześniej), powiększonej o ewidencjonowaną miąższość drzew usuniętych w tym okresie. Następnie obliczano przyrost przeciętny roczny w okresie, potocznie nazywany przyrostem bieżącym rocznym.

Wielkość sumarycznej produkcji obliczano jako sumę zapasu aktualnego i miąższości drzew usuniętych w okresie wzrostu uprawy plantacyjnej (w latach 1971–1991). Na tej podstawie obliczano przyrost przeciętny roczny całkowitej produkcji (Dokumentacja, 1990).

### Przeciętna pierśnica i wysokość

Przeciętną pierśnicę określano jako średnią ważoną na podstawie powierzchni przekroju poszczególnych stopni grubości. Wagą była liczba drzew występujących w stopniach pierśnic oraz w danym wariacie. Średnią wysokość ustalano z odpowiedniej krzywej wysokości na podstawie przeciętnej pierśnicy (Dokumentacja, 1985).

### Wyniki badań

Cechy taksacyjne służące do oceny efektów szybko rosnących gatunków drzew leśnych wzrastających w warunkach uprawy plantacyjnej zawierają: tabela 1 — dla powierzchni nr I (Lśw) oraz tabela 2 — dla powierzchni nr II (Bśw-d). Na podstawie tych danych można stwierdzić, że:

- 1. Na siedlisku Lśw nie zaobserwowano wpływu nawożenia na wartości analizowanych cech taksacyjnych badanych gatunków drzew. Zapas oraz przyrost bieżący roczny modrzewia i sosny w wariacie bez nawożenia (5) jest wyższy niż z nawożeniem (2 i 3). Przeciętna miąższość pojedynczego drzewa w wariacie 2



TABELA 1

Zestawienie elementów taksacyjnych według gatunków i wariantów uprawowych dla powierzchni plantacyjnej nr I w uroczysku Zacywilki (Lśw) po 21 latach

Wariant	Gatunek	Przeciętne dla wariantu liczba drzew na 1 ha	pieńśnica (cm)	wysokość (m)	zapas (m <sup>3</sup> /ha)	przyrost bieżący m <sup>3</sup> /ha rok	przyrost przeciętny
1	Brz	495	18.4	16.0	82.74	6.2	4.6
	Św	1260	8.6	8.2	33.94	2.4	2.1
	Razem	1755			116.68	8.6	6.7
2	Md	620	20.4	16.5	154.73	12.3	9.6
3	So	1170	13.5	12.8	106.55	8.4	6.7
4	TpH-275	310	35.1	23.9	303.88	19.8	18.4
	Tpsz	335	26.6	19.2	158.10	12.2	9.1
5	Brz	480	18.2	16.8	83.21	7.2	4.7
	Św	1220	8.1	8.4	27.65	1.7	1.7
	Razem	1700			110.86	8.9	6.4
	Md	645	20.7	16.9	170.22	15.1	10.1
	So	1260	13.1	13.0	113.16	10.5	6.6

TABELA 2

Zestawienie elementów taksacyjnych według gatunków i wariantów uprawowych dla powierzchni plantacyjnej nr II w uroczysku Gutkowice (Bśw-d) po 21 latach

Wariant	Gatunek	Przeciętne dla wariantu			zapas (m <sup>3</sup> /ha)	przyrost bieżący $\frac{\text{m}^3}{\text{h}\cdot\text{rok}}$	przyrost przeciętny $\frac{\text{m}^3}{\text{h}\cdot\text{rok}}$
		liczba drzew na 1 ha	pieśńnica (cm)	wysokość (m)			
1	Brz	620	16,1	13,7	71,44	5,8	3,4
2	Md	910	14,3	12,4	85,51	7,4	4,3
3	So	1600	11,4	9,3	75,63	7,3	4,7
4	TpH-275	585	16,0	12,9	62,58	4,7	3,0
	Tp sz	635	15,6	11,9	67,81	5,2	3,2
5	Brz	720	14,9	11,9	64,33	6,4	3,1
	Md	770	11,7	10,1	50,87	4,5	2,7
	So	1620	11,0	8,8	69,29	7,7	4,0

(modrzew) wynosi  $0,2496 \text{ m}^3$  i jest nieznacznie niższa niż w wariancie 5, gdzie wynosi  $0,2639 \text{ m}^3$ . Różnica może być spowodowana lepszymi warunkami świetlnymi w wariancie 5 w stosunku do 2. W przypadku sosny miąższość pojedynczego drzewa w wariancie 3 wynosi  $0,0911 \text{ m}^3$  i jest bardzo zbliżona (nieznacznie wyższa) do miąższości w wariancie 5 —  $0,0898 \text{ m}^3$ . Przeciętne wymiary drzew i wielkość przyrostu przeciętnego rocznego całkowitej produkcji w wariantach nawożonych i nienawożonych dla wszystkich gatunków są zbliżone (tab. 1).

- 2. Na siedlisku zdegradowanego Bśw wystąpił wpływ nawożenia i podsypki torfowej na wartości analizowanych cech taksacyjnych. Szczególnie wyraźny jest on w przypadku modrzewia. Zapas tego gatunku jest o około 70%, a przyrost bieżący jest o ponad 60% wyższy w wariancie z nawożeniem (2). Tak duże różnice w zapasie między analizowanymi wariantami wynikają zarówno z wyższej przeciętnej pierśnicy i wysokości, jak również z większej liczby drzew na jednostce powierzchni, która jest wynikiem lepszej udatności w wariancie 2 — podsypka torfowa i nawożenie (tab. 2). Również brzoza i sosna w wariantach z nawożeniem (1 i 3) charakteryzują się wyższym (o około 10%) zapasem w porównaniu z wariantem bez nawożenia (5). Wartości przyrostu bieżącego rocznego tych gatunków są natomiast nieznacznie wyższe w wariancie bez nawożenia (tab. 2).

Wszystkie badane gatunki osiągają wyższy przyrost przeciętny roczny całkowitej produkcji oraz charakteryzują się wyższymi wartościami przeciętnej pierśnicy i wysokości w wariantach z nawożeniem (tab. 2).

- 3. Analiza efektów produkcyjnych gatunków drzew leśnych i topoli dotyczy badanych cech taksacyjnych (zapas, przyrost) przeliczonych na jednostkę powierzchni (1 ha). Nie uwzględniono liczby drzew na 1 ha, która w przypadku topoli jest znacznie niższa niż gatunków drzew leśnych. Te istotne różnice wynikają z zastosowanej więźby sadzenia, która wynosiła dla topoli  $5 \times 5 \text{ m}$  w piątkę, a dla pozostałych gatunków:  $2,5 \times 5 \text{ m}$  w piątkę dla brzozy,  $2,5 \times 2,5 \text{ m}$  dla modrzewia i  $2,5 \times 0,8$  dla sosny (Dokumentacja, 1975). Zastosowanie takiej więźby wynikało z ekologii poszczególnych gatunków oraz ze stanu badań dotyczących upraw plantacyjnych, w 1970 roku, czyli w momencie zakładania plantacji.

Z porównania efektów uprawy plantacyjnej szybko rosnących gatunków drzew leśnych i topoli wynika, że:

- zapas topoli hybrydy 275 okazał się:
  - na siedlisku Lśw wyższy o około 80% od charakteryzującego się najwyższą zasobnością modrzewia w wariancie bez nawożenia (5) — tabela 1,
  - na siedlisku Bśw-d o prawie 40% niższy od modrzewia rosnącego w wariancie z nawożeniem (2) — tabela 2;
- zapas topoli szarej okazał się:
  - na siedlisku Lśw o 10% niższy od zapasu modrzewia oraz wyższy o prawie 40% od pozostałych badanych gatunków — wariantu brzozowo-świerkowego i sosnowego (tabela 1),
  - na siedlisku Bśw-d o prawie 10% wyższy od zapasu topoli hybrydy 275, lecz niższy od pozostałych badanych gatunków — o prawie 30% od modrzewia, o 10% od sosny i o 5% od brzozy (tab. 2);

- na siedlisku Lśw topola hybryda 275 charakteryzuje się najwyższym przyrostem rocznym (bieżącym i przeciętnym całkowitej produkcji) oraz najwyższymi przeciętnymi wymiarami drzew (pierśnicą i wysokością) — tabela 1;
- topola szara na siedlisku Lśw też osiąga większe wymiary niż badane gatunki drzew, zaś jej przyrost bieżący roczny jest mniejszy od przyrostu modrzewia, zbliżony do przyrostu sosny i większy od przyrostu brzozy ze świerkiem (tab. 1);
- na siedlisku Bśw-d przeciętne wymiary drzew topoli hybrydy 275 i topoli szarej są zbliżone i nieznacznie niższe od przeciętnych wymiarów brzozy w wariancie z nawożeniem (1), natomiast wielkość przyrostu bieżącego rocznego jest o prawie 50% niższa od przyrostu modrzewia i sosny, a przyrost przeciętny roczny całkowitej produkcji jest o około 30% niższy od przyrostu przeciętnego modrzewia i sosny i zbliżony do przyrostu przeciętnego brzozy (tab. 2).

## Wnioski

Na podstawie wyników z przeprowadzonych badań stwierdzić można, że:

- Na siedlisku bogatym — Lśw najbardziej przydatnym do uprawy plantacyjnej spośród badanych szybko rosnących gatunków drzew leśnych jest modrzew polski. Po 21 latach wzrostu plantacji osiąga on najwyższe efekty produkcyjne (roczny przyrost bieżący  $15 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) bez konieczności stosowania nawożenia. Przyrost ten w przypadku modrzewia jest tylko o 30% niższy od bieżącego rocznego przyrostu miąższości topoli hybrydy 275, gatunku preferowanego w uprawach plantacyjnych na bogatych siedliskach.
- Na siedlisku ubogim (Bśw-d) trudno jest na obecnym etapie badań jednoznacznie określić najefektywniejszy szybko rosnący gatunek drzewa. Modrzew polski wykazuje bowiem najwyższy zapas w wariancie z nawożeniem i podsypką torfową, najwyższym rocznym przyrostem bieżącym charakteryzuje się sosna zwyczajna, a najwyższymi przeciętnymi wymiarami (pierśnica, wysokość) — brzoza brodawkowata. Należy jednak zauważyć, że zapas brzozy jest tylko o 20% niższy od zapasu modrzewia, przy liczbie drzew na 1 ha w przypadku brzozy aż o 47% niższej w stosunku do modrzewia. Przyrost brzozy jest o 26% niższy od przyrostu sosny przy ponad 2,5-krotnie mniejszej liczbie drzew na 1 ha. Tak więc można przypuszczać, że najbardziej odpowiednim gatunkiem do uprawy plantacyjnej na ubogich, często zdegradowanych siedliskach jest brzoza brodawkowata. Konieczna jest kontynuacja badań dotyczących tego problemu.
- Na siedliskach bogatych jako najefektywniejszy z rozpatrywanych zalecić należy wariant uprawowy — pełna orka bez konieczności nawożenia. Na siedliskach ubogich za najlepszy wariant uprawowy uznać należy pełną orkę z podsypką torfową i nawożeniem.

*Z Katedry Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej  
SGGW w Warszawie*

## Literatura

1. Dokumentacja, 1975.: "Badania nad plantacyjną uprawą Brz, Św, Md, So na ubogim i bogatym siedlisku w Lasach Doświadczalnych SGGW w Rogowie". Warszawa. Maszynopis w Katedrze Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej SGGW.
2. Dokumentacja, 1981.: "Badania wymagań siedliskowych szybko rosnących gatunków leśnych (Md, Brz, Św) w uprawach plantacyjnych na powierzchni porównawczej w LZD Rogów", Warszawa. Maszynopis w Katedrze Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej SGGW.
3. Dokumentacja, 1985.: "Badania wymagań siedliskowych szybko rosnących gatunków leśnych (Md, Brz, So, Św) w uprawach plantacyjnych na powierzchni porównawczej w LZD Rogów". Warszawa. Maszynopis w Katedrze Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej SGGW.
4. Dokumentacja, 1990.: "Badania wymagań siedliskowych szybko rosnących gatunków leśnych (Md, Brz, So, Św) w uprawach plantacyjnych na powierzchni porównawczej w LZD Rogów". Warszawa. Maszynopis w Katedrze Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej SGGW.
5. **Szymkiewicz B.**, 1973: "Plantacje szybko rosnących drzew leśnych prowadzone w Lasach Doświadczalnych Akademii Rolniczej w Rogowie". Postępy Techniki w Leśnictwie XXIII. PWRiL. Warszawa.

## Summary

The paper presents evaluation of growth and development of selected fast growing tree species, i.e. European white birch (*Betula verrucosa* Ehrh.), Norway spruce (*Picea abies* Karst.), Polish larch (*Larix polonica* Racib.) and Scots pine (*Pinus silvestris* L.), growing in the plantations in the area of the Forest Experimental Station in Rogów. The evaluation concerns 21-year old plantations established on the sites of fresh deciduous forest (plot 1 in the Zacywilki range) and degraded fresh coniferous forest (plot 2 in the Gutkowice range). On both plots, the selected species occur in different variants of cultivation: deep ploughing with mineral and organic fertilization and deep ploughing without fertilization. On both plots, a poplar variant was also introduced (poplar hybrid called hybrid-275 and grey poplar *Populus x canescens* Sm.) which was regarded as a comparative one. On the basis of certain stand variables (average diameter, height, growing stock, current, mean increment of volume) for particular tree species and cultivation variants, it was proved that:

- On the fertile site (fresh deciduous forest) no effect of fertilization was proved on the values of the analysed stand variables for particular tree species.
- On the poor site (degraded fresh coniferous forest), fertilization affected the productivity of the examined tree species, it was most apparent in the case of larch.
- On the site of fresh deciduous forest, the most suitable species for growing in plantation is Polish larch, while on the site of degraded fresh coniferous forest the most suitable species is European white birch.