

Grzegorz JAKUBOWSKI, Ryszard SOBCZAK

Instytut Badawczy Leśnictwa  
Zakład Hodowli Lasu  
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 Roku, nr 3  
00-973 Warszawa

## MOŻLIWOŚCI INTENSYWNEJ UPRAWY SOSNY I BRZOZY NA GRUNTACH POROLNYCH

THE POSSIBILITIES OF INTENSIVE GROWING OF PINE AND BIRCH ON  
POST-AGRICULTURAL LANDS

**Abstract.** *The seedlings were planted in loose planting space to limit the root contacts between trees and to delay the improvement cutting. The best results of pine growth were attained after the traditional soil treatment – ploughing with soil loosening. The method of early tree reduction was applied on the area with growing pine trees, during canopy closure. Tree reduction up to 1-3000 number/ha did not decrease the height increment of pine, however increased the diameter increment. No symptoms of root rot were found.*

**Key words:** *post-agricultural land, pine and birch growing.*

## 1. WPROWADZENIE

W latach 1947–87 zalesiono w Polsce ogółem blisko 1156 tys. ha gruntów. Lesistość kraju wzrosła z 21,0 do 27,8% (SMYKAŁA 1990; ROZWAŁKA, FONDER 1996). Sadzono głównie sosnę zwyczajną, a w efekcie tych zalesień powstały rozległe, jednowiekowe i jednogatunkowe nasadzenia, które sprawiają obecnie sporo trudności hodowlano-ochronnych ze względu na swój monolityczny charakter (RYKOWSKI 1990). Są one szczególnie podatne na uszkodzenia zarówno przez czynniki biotyczne (choroby grzybowe, szkodniki owadzie), jak i abiotyczne (ogień, wiatr, śnieg). Głównym argumentem przeciw sadzeniu sosny na gruntach porolnych jest jej bardzo duża podatność na porażenie przez hubę korzeni (BERNADZKI, KOWALSKI 1982, 1983). Negatywna ocena sosny dotyczy jednak przede wszystkim jej monokultur, a nie drzewostanów mieszanych (SOBCZAK 1990). Także znacząca rola sosny jako gatunku pionierskiego w tzw. inicjalnych fazach sukcesji leśnej, szczególnie na nizinnych, ubogich glebach piaszczystych, gdzie gatunek ten najlepiej spełnia funkcję naturalnego przedplonu leśnego, skłania do poszukiwania możliwości utrzymania go w zalesieniach na gruntach porolnych (OBMIŃSKI 1970, SOBCZAK 1990). Gatunkiem dobrze rosnącym na ubogich glebach porolnych jest także brzoza. Ulega ona również porażeniu przez hubę korzeni, ale jest na nią bardziej odporna niż sosna (SIEROTA 1996, STERNAK 1983). W odpowiednim zmieszaniu może tworzyć z sosną drzewostany mieszane na gruntach porolnych.

Na gruntach porolnych można też zakładać plantacje leśnych i nieleśnych drzew szybkorosnących. Uzyskiwane na takich plantacjach efekty produkcyjne są wysokie (FONDER 1993). Jednak duże na ogół wymagania dotyczące żyzności gleby, konieczność stosowania zabiegów agro- i fitomelioracyjnych oraz nawożenia mineralnego są przeszkodami w szerszym ich zastosowaniu. Ponadto warunkiem koniecznym przy uprawie plantacyjnej jest stosowanie wyselekcjonowanego (selekcja indywidualna) materiału sadzeniowego. Natomiast plantacja z ekstremalnie rozrzedzoną więźbą, ale założona przy zastosowaniu zwykłego materiału sadzeniowego, jest w rzeczywistości intensywną uprawą (ZAJĄCZKOWSKI, ZAŁĘSKI 1993).

## 2. CHARAKTERYSTYKA POWIERZCHNI DOŚWIADCZALNYCH I PROWADZONYCH PRAC

Badania prowadzono w latach 1988–97 na terenie nadleśnictw Pułtusk (RDLP w Warszawie) i Wielbark (RDLP w Olsztynie) oraz na terenie Nadleśnictwa Laski (Kampinoski Park Narodowy).

Na obszarach tych wyznaczono 5 powierzchni doświadczalnych, których charakterystykę podano poniżej.

#### Powierzchnie doświadczalne nr 1 i 2

**Lokalizacja:** pow. nr 1 – Nadl. Pułtusk, leśn. Kaszewiec, oddz. 42 m; pow. nr 2 – Nadl. Wielbark, leśn. Trzcianka, oddz. 557 l.

**Charakterystyka powierzchni:** młodniki sosnowe w wieku 16 lat na gruncie porolnym, odstęp rzędów ok. 1,9 m, odstęp w rzędzie początkowo 0,7-0,8 m.

**Typ siedliskowy lasu:** zbliżony do boru świeżego.

**Gleba:** słabo zbielicowana, wytworzona z piasku słabogliniastego.

**Termin założenia powierzchni:** 1988 r.

Powierzchnie doświadczalne założono w uprawach sosnowych w wieku 7 lat, każda o wielkości 0,54 ha (45×120 m). Zostały one podzielone na 12 działek o wymiarach 15×30 m (4,5 a). Doświadczenie składało się z czterech wariantów, różniących się liczbą drzewek na 1 ha, w trzech powtórzeniach.

#### Warianty doświadczenia:

A — 1 tys. szt./ha,

B — 2 tys. szt./ha,

C — 3 tys. szt./ha

0 — kontrola (pow. nr 1 – początkowo ok. 6260 szt./ha, pow. nr 2 – początkowo ok. 5760 szt./ha).

Wstępny pomiar wysokości wszystkich drzewek na powierzchniach doświadczalnych pozwolił na ustalenie tzw. wysokości granicznej. W marcu 1988 r. wszystkie drzewka nie osiągające tej wysokości zostały usunięte. Wariant kontrolny 0 pozostał bez zmian.

Pod koniec marca 1989 r. na działkach wariantów A, B, C w lukach po wyciętej sośnie posadzono 3/0 olszę szarą (*Alnus incana* L.). Glebę pod sadzenie przygotowano jesienią poprzedniego roku, w talerze 0,6×0,6 m ze spulchnieniem. Z powodu niskiej udatności sadzenia, spowodowanej głównie bardzo suchą wiosną 1989 r., w marcu 1990 r. dosadzono na powierzchniach 2/0 dąb (*Quercus pedunculata* Ehrh. x *Q. sessilis* Ehrh.) i dodatkowo na pow. nr 1 2/0 lipę drobnolistną (*Tilia cordata* Mill.). Lipę posadzono w miejsce wypadów olszy, a dąb na placówkach Ogijewskiego 1,0×1,0 m ze spulchnieniem, po 20 szt. — 4 rzędy po 5 szt. — pow. nr 1, lub w miejscach wypadów olszy — pow. nr 2. W kwietniu 1991 r. na powierzchni nr 2 posadzono jeszcze dodatkowo 1/0 olszę szarą.

W styczniu i lutym 1989 r. wyznaczono i wykonano na działkach wariantu kontrolnego czyszczenia wczesne. Czyszczenia późne na powierzchni nr 1 — tylko w wariantcie kontrolnym 0 — wykonano w styczniu 1994 r. Na powierzchni nr 2 czyszczenia późne wykonano we wszystkich wariantach, w marcu 1992 r. W ramach czyszczeń usuwano drzewa wadliwe, chore i obumierające. W marcu 1991 r. i 1995 r. na obu powierzchniach podkrzesano drzewa, usuwając gałęzie martwe i obumierające.

Z każdej powierzchni doświadczalnej, z 30 punktów pobrano glebowe próbki zbiorcze do analizy chemicznej (żywnościowej) z wariantów: A (najbardziej przerzedzony) i 0 (kontrolny), z głębokości 0–20 cm. Próbkę pobrano na początku i pod koniec badań. W próbkach oznaczono:

- pH w H<sub>2</sub>O i w KCl, potencjometrycznie,
- zawartość węgla (C), na analizatorze Leco,
- azot ogółem (N), metodą Kjeldahla,
- azot mineralny (N<sub>min</sub>), metodą Spurway'a (ekstrakcja 0,03% kwasem octowym),
- fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), metodą Egnera-Riehma,
- zasadowe kationy wymienne potas (K), wapń (Ca), magnez (Mg), sód (Na), metodą AAS (ekstrakcja w 1 n octanie amonu),
- kwasowość hydrolityczną (H<sub>h</sub>), metodą Kappena.

Pod koniec badań pobrano próbki ściółki do analizy chemicznej i wagowej z czterech punktów po 0,25 m<sup>2</sup> (razem 1 m<sup>2</sup>), z rzędów i międzyrzędów, oddzielnie dla poziomu A<sub>L</sub> (opad igieł, liści) i A<sub>FH</sub> (fermentacyjno-humifikacyjny), z wariantów A i 0. Próbkę ściółki zważono w stanie świeżym, po wyschnięciu w stanie powietrznie suchym oraz po wysuszeniu w temperaturze 105°C. Analizy chemiczne wykonano tak jak dla gleb (bez azotu mineralnego).

Corocznie w okresie jesienno-zimowym przeprowadzano dla wszystkich drzew pomiary wysokości (z dokładnością do 1 cm) oraz pierśnicy (z dokładnością do 1 mm). Ponadto przeprowadzono pomiary wysokości osadzenia pierwszego żywego okółka, średnicy najgrubszej gałęzi w tym okółku, szerokości korony drzew (w rzędzie i prostopadle do rzędu) oraz policzono gałęzie w pierwszym żywym okółku. Pomiary te przeprowadzono na każdej działce, na dziesięciu drzewach ze środkowych rzędów, w okresie jesienno-zimowym, w latach 1992 i 1996. Corocznie jesienią oceniano także stopień przeżycia drzewek gatunków liściastych w poszczególnych wariantach doświadczenia. W 1996 r. pomierzono także ich wysokość.

### Powierzchnia doświadczalna nr 3

**Lokalizacja powierzchni:** Nadl. Wielbark, leśn. Karolinka, oddz. 600 n.

**Charakterystyka powierzchni:** uprawa w wieku 10 lat założona na gruncie porolnym; cała uprawa (2,50 ha) składała się z dziewięciu przemiennie rozmieszczonych pasów gatunków liściastych (brzoza brodawkowata z niewielką domieszką czeremchy amerykańskiej) i ośmiu pasów sosny zwyczajnej; pas sosny stanowiło na ogół 6 rzędów, pas z brzozą — 4 rzędy; odstęp rzędów wynosił średnio 1,7 m, w rzędzie odstęp drzewek wynosił: dla sosny 0,6–0,7 m, dla brzozy i innych liściastych 1,2–1,3 m; pasy sosnowe co ok. 15 m przedzielone były poletkami gatunków liściastych (dąb czerwony, lipa drobnolistna, klon zwyczajny, olsza szara, czeremcha amerykańska) długości 3–5 m.

**Typ siedliskowy lasu:** zbliżony do boru świeżego.

**Gleba:** słabo zbielicowana, wytworzona z piasku słabogliniastego.

**Termin założenia doświadczenia:** 1990 r.

Doświadczenie założono w uprawie w wieku 4 lat. Na powierzchni doświadczalnej wytyczono 30 działek, 5 z brzozą o wielkości ok. 0,7 a (ok. 7 m×10 m) oraz 25 działek z sosną o wielkości ok. 1,0 a (ok. 10 m×10 m). Działki z brzożą wyznaczono po jednej na pasie, działki z sosną — po pięć na jednym pasie (działki nie stykały się ze sobą).

Doświadczenie składało się z 6 wariantów w 5 powtórzeniach.

Warianty doświadczenia:

A — sosna, 1 tys. szt./ha,

B — sosna, 2 tys. szt./ha,

C — sosna, 3 tys. szt./ha,

D — brzoza, ok. 4,7 tys. szt./ha, rejestracja stanu istniejącego,

0 — sosna, kontrola + zabiegi pielęgnacyjne, rejestracja stanu istniejącego, początkowo ok. 8,1 tys. szt./ha,

0<sub>1</sub> — sosna, kontrola, bez zabiegów pielęgnacyjnych, rejestracja stanu istniejącego, początkowo ok. 8,1 tys. szt./ha.

Na działkach przeznaczonych na warianty A, B i C wyznaczono odpowiednio 10, 20 i 30 najwyższych drzewek (po ustaleniu tzw. wysokości granicznej, tak jak na powierzchniach nr 1 i 2). Pozostałe drzewka usunięto, tj. wycięto i wykopano korzenie w listopadzie 1990 r. Działki przeznaczone na warianty kontrolne z sosną (0, 0<sub>1</sub>) i z brzożą (D) pozostały bez zmian. Po przerzedzeniu przygotowano glebę pod sadzenie (talerze 0,6×0,6 m ze spalaniem). W kwietniu 1991 r. na przerzedzonych działkach posadzono 1/0 olszę szarą (*Alnus incana* L.). Średnio na działce posadzono: w wariacie A — 39 szt. (3,9 tys. szt./ha), w wariacie B — 34 szt. (3,4 tys. szt./ha), w wariacie C — 28 szt. (2,8 tys. szt./ha). W lutym 1995 r. wykonano czyszczenia wczesne na działkach wariantu kontrolnego 0 — usuwano drzewka wadliwe, chore i obumierające.

Pobrano z 30 punktów glebowe próbki zbiorcze do analizy chemicznej (żywnościowej) z wariantów: A i 0, z głębokości 0-20 cm. Próbki pobrano na początku i pod koniec badań. Wykonano te same analizy chemiczne jak w próbkach z powierzchni nr 1 i 2.

Pod koniec badań pobrano próbki ściółki do analizy chemicznej i wagowej z wariantów A, D i 0. Sposób pobrania i wykonane analizy były takie same jak dla powierzchni nr 1 i 2.

Corocznie w okresie jesienno-zimowym przeprowadzano pomiary wysokości (z dokładnością do 1 cm) oraz pierśnicy (z dokładnością do 1 mm) wszystkich sosen, brzoź oraz dosadzonej olszy szarej (pomiar pierśnicy tylko w 1996 r.). Jesienią określano stopień przeżycia olszy szarej w poszczególnych wariantach doświadczenia.

#### Powierzchnia doświadczalna nr 4

**Lokalizacja powierzchni:** Nadl. Pułtusk, leśn. Kaszewiec, oddz. 42n.

**Charakterystyka powierzchni:** młodnik brzozy (*Betula verrucosa* Ehrh.) w wieku 14 lat na gruncie porolnym, odstęp rzędów — 2,5 m, w rzędzie — 3,0 m (ok. 1300 szt./ha); na międzyrzędach rosła czeremcha amerykańska (sporadycznie jarząb pospolity) w odstępach 3,0 m; wszystkie gatunki sadzone były jednocześnie.

**Typ siedliskowy lasu:** zbliżony do boru świeżego.

**Gleba:** słabo zbielicowana, wytworzona z piasku słabogliniastego.

**Termin założenia doświadczenia:** 1990 r.

Doświadczenie założono w uprawie brzozy w wieku 8 lat. Powierzchnię doświadczalną podzielono na dwa oddzielne bloki, po trzy działki każdy, razem 6 działek wielkości 2,5 a (10×25 m). Cała powierzchnia stanowiła jeden wariant.

Pobrano glebowe próbki zbiorcze do analizy chemicznej (żywnościowej) z 30 punktów na całej powierzchni, z głębokości 0–20 cm, na początku i pod koniec badań. Wykonano analogicznie analizy jak na powierzchni nr 1, 2 i 3.

Pod koniec badań pobrano też próbki ściółki do analizy chemicznej i wagi. Sposób pobrania i wykonane analizy były takie same jak dla powierzchni nr 1, 2 i 3.

Corocznie w okresie jesienno-zimowym przeprowadzano pomiary wysokości brzozy i czeremchy (z dokładnością do 1 cm) oraz pierśnicy brzozy (z dokładnością do 1 mm).

#### Powierzchnia doświadczalna nr 5

**Lokalizacja powierzchni:** Kampinoski Park Narodowy, Nadl. Laski, leśn. Lipków, oddz. 368 a.

**Charakterystyka powierzchni:** uprawa w wieku 5 lat na gruncie porolnym, przelegującym bez orki 4 lata, część powierzchni pozostawiona do naturalnej sukcesji.

**Typ siedliskowy lasu:** zbliżony do boru mieszanego świeżego.

**Rolnicza kategoria gruntu:** klasa V, VI, VIz.

**Gleba:** brunatna bielicowana z piasku luźnego i słabogliniastego na glinie lekkiej.

**Termin założenia doświadczenia:** 1993 r.

Powierzchnia o wielkości 0,7 ha (50×140 m) została podzielona na 35 działek, każda o wymiarach 10×20 m (2 a). Doświadczenie składało się z 7 wariantów, różniących się gęstością sosny zwyczajnej i formą zmieszania jej z gatunkami liściastymi, sposobem przygotowania gleby, w 5 powtórzeniach.

Warianty doświadczenia:

A — sosna, 1 tys. szt./ha + gatunki liściaste (dąb bezszypułkowy, klon jawor), bruzdy ze spulchnieniem,

- B — sosna, 2 tys. szt./ha + gatunki liściaste (dąb bezszypułkowy), bruzdy ze spulchnieniem,
- C — sosna, 3,6 tys. szt./ha (400 grup po 9 szt.), placówki,
- D — sosna, 4,5 tys. szt./ha (450 grup po 10 szt.) + gatunki liściaste (dąb bezszypułkowy) bruzdy ze spulchnieniem,
- E — sosna, siew, 500 talarzy/ha,
- F — naturalna sukcesja,
- G — sosna, 10 tys. szt./ha, bruzdy ze spulchnieniem.

Bruzdy, odległe od siebie o ok. 1,7 m, wykonano mechanicznie. Placówki (2,0×2,0 m) oraz talerze (0,5×0,5 m) wykonano ręcznie; motyką zdarto pokrywę roślinną, a następnie przekopano glebę szpadlem. Placówki rozmieszczone były w więźbie 5,0×5,0 m, a talerze w więźbie 5,0×4,0 m. W kwietniu 1993 r. na powierzchni posadzono w szparę 1/0 sosnę zwyczajną i wykonano siew sosny zwyczajnej. W wariacie A sosny sadzono co drugi rząd, co ok. 3 m. W wariacie B sadzono sosny w każdym rzędzie co ok. 3 m. W wariacie C, na placówce, sadzono 9 sztuk sosny w więźbie 0,5×0,5 m i 0,5 m od brzegu placówki. W wariacie D grupa sosen składała się z dwóch podgrup po 5 szt. sadzonych, co 0,4 m, w dwóch sąsiednich bruzdach. Grupy sosen w pasach (pas składał się z dwóch rzędów) były rozmieszczone ok. 5 m od siebie. W sąsiednich pasach grupy sosen były rozmieszczone naprzemiennie. W wariacie E na talerz wysiano 25 nasion w "piątkę", po 5 nasion w jedno miejsce. Działki w wariacie F (naturalna sukcesja) pozostawiono puste z nienaruszoną pokrywą roślinną (zadarnienie 100%). W wariacie G posadzono sosny w każdym rzędzie co ok. 0,6 m. W kwietniu 1995 r. po nieudanych siewach sosny posadzono na pustych talerzach po 1 szt. jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.), pochodzącego z terenu leśnictwa Lipków. W kwietniu 1996 r. w miejscach wypadów jałowca posadzono 1/0 śliwę tarninę (*Prunus spinosa* L.), ze szkółki z terenu Kampinoskiego Parku Narodowego. Także w kwietniu 1996 r. w wariantach A, B, D dosadzono gatunki liściaste: 2/0 klon jawor (*Acer pseudoplatanus* L.) — ze szkółki z terenu Kampinoskiego PN, 1/0 dąb bezszypułkowy (*Quercus sessilis* Ehrh.) — ze szkółki w Nadleśnictwie Siedlce (nasiona dębu z rezerwatu leśnego w Seroczynie koło Stoczka Łukowskiego). W wariantach A i B w rzędach z sosną posadzono dąb bezszypułkowy. Sadzono po jednej sadzonce dębu między sosnami, co dało odległość 1,5 m między sosną a dębem. W wariacie A ilość sadzonek dębu wynosiła ok. 1 tys. szt./ha, natomiast w wariacie B ok. 2 tys. szt./ha. W pustych rzędach między rzędami sosen z dębami (war. A) posadzono co 1,5 m klony jawory (ok. 2 tys. szt./ha). W wariacie D posadzono w rzędach między grupami sosen dąb bezszypułkowy co ok. 1,5 m (ok. 2 tys. szt./ha). Glebę w miejscach sadzenia przygotowano powtórnie, ponieważ nastąpiło znaczne zadarnienie bruzd. Przygotowanie to wykonano ręcznie, zdzierając motyką pokrywę roślinną i przekopując miejsca sadzenia.

Z głębokości 0–20 cm pobrano glebowe próbki zbiorcze do analizy chemicznej (żywnościowej), na początku badań z 30 punktów na całej powierzchni, pod koniec badań z poszczególnych wariantów (rzędy z klonem jaworem w wariancie A, rzędy z sosną w wariancie G, naturalna sukcesja w wariancie F). Wykonano te same analizy co dla próbek z powierzchni nr 1, 2, 3 i 4.

Corocznie w okresie jesienno-zimowym przeprowadzano pomiary wysokości wszystkich drzewek (z dokładnością do 1 cm). Pomiar grubości przeprowadzono pod koniec badań na wysokości 10 cm.

Jesienią w roku założenia uprawy oceniono udatność sadzenia i siewu, a w latach następnych określano stopień przeżycia różnych gatunków w poszczególnych wariantach doświadczenia.

Corocznie jesienią prowadzono obserwacje dotyczące naturalnej sukcesji.

Przy opracowywaniu materiałów z powierzchni nr 1, 2, 3, 5 zastosowano analizę wariancji i test Tukey'a (porównanie i ustalenie istotności różnic między średnimi z poszczególnych wariantów).

### 3. WYNIKI BADAŃ

#### 3.1. Analizy chemiczne gleb

Powierzchnie nr 1 i 2

**Początek badań:** gleba silnie kwaśna, średnio zasobna w azot (N), fosfor ( $P_2O_5$ ) i magnez (Mg), niedostatecznie zasobna w potas (K), stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego wymiennymi kationami zasadowymi ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ),  $V_S$  w normie.

**Koniec badań:** gleba silnie kwaśna, średnio zasobna w azot (N) — pow. nr 1, war. A, pow. nr 2, war. 0 lub niedostatecznie — pow. nr 1, war. 0, pow. nr 2, war. A, średnio zasobna w fosfor ( $P_2O_5$ ), dobrze zasobna w magnez (Mg), niedostatecznie zasobna w potas (K), stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego wymiennymi kationami zasadowymi  $V_S$  w normie (tab. 1).

**Stosunek C/N** jest pod koniec badań wyższy niż na początku. Jest on przy tym mniejszy w wariancie kontrolnym 0 niż w najsilniej przerzedzonym wariancie A. Zwiększenie się stosunku C/N świadczy o pogorszeniu procesów rozkładu substancji organicznej. Stopień wysycenia zasadami  $V_S$  wzrósł pod koniec badań ponad dwukrotnie (tab. 1).

Powierzchnia nr 3

**Początek badań:** gleba silnie kwaśna, dobrze zasobna w azot (N), średnio zasobna w fosfor ( $P_2O_5$ ) i magnez (Mg) (na działkach z brzozą zasobność w magnez dobra) oraz niedostatecznie zasobna w potas (K), stopień wysycenia komple-



ksu sorpcyjnego wymiennymi kationami zasadowymi  $V_S$  w normie.

**Koniec badań:** gleba silnie kwaśna, dobrze zasobna w azot (N) i magnez (Mg), średnio zasobna w fosfor ( $P_2O_5$ ), niedostatecznie zasobna w potas (K), stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego wymiennymi kationami zasadowymi  $V_S$  dobry (tab. 1).

**Stosunek C/N** jest wyższy pod koniec badań. Natomiast stopień wysycenia zasadami  $V_S$ , zarówno na działkach z sosną, jak i z brzozą, jest niemal dwukrotnie wyższy pod koniec badań niż na początku. Stopień wysycenia zasadami  $V_S$  na działkach z sosną i na działkach z brzozą był do siebie zbliżony, zarówno na początku, jak i pod koniec badań (tab. 1).

#### Powierzchnia nr 4

**Początek badań:** gleba silnie kwaśna, średnio zasobna w azot (N), fosfor ( $P_2O_5$ ) i magnez (Mg), niedostatecznie zasobna w potas (K), stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego wymiennymi kationami zasadowymi  $V_S$  słaby.

**Koniec badań:** gleba silnie kwaśna, niedostatecznie zasobna w azot (N) i potas (K), średnio zasobna w fosfor ( $P_2O_5$ ), dobrze zasobna w magnez (Mg),  $V_S$  w normie (tab. 1).

**Stosunek C/N** wzrósł, a zatem zmniejszył się stopień rozkładu substancji organicznej. Stopień wysycenia zasadami  $V_S$  wzrósł ponad dwukrotnie (tab. 1).

#### Powierzchnia nr 5

**Początek badań:** gleba silnie kwaśna, niedostatecznie zasobna w azot (N) i fosfor ( $P_2O_5$ ), dobrze zasobna w potas (K) i magnez (Mg), stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego wymiennymi kationami zasadowymi  $V_S$  dobry.

**Koniec badań:** gleba silnie kwaśna, niedostatecznie zasobna w azot (N), pod sosną i pod klonem jaworem niedostatecznie zasobna w fosfor ( $P_2O_5$ ), średnio zasobna w wariancie z sukcesją naturalną, niedostatecznie zasobna w potas (K), dobrze zasobna w magnez (Mg),  $V_S$  dobry (tab. 1).

**Stosunek C/N**, tak jak na pozostałych powierzchniach, pod koniec badań był wyższy (najwyższy pod jaworami), tzn. nastąpiło spowolnienie rozkładu substancji organicznej. Stopień wysycenia zasadami  $V_S$  w ciągu okresu badań zmienił się w niewielkim stopniu. Najniższy był na działkach z naturalną sukcesją (tab. 1).

Ogólnie można stwierdzić, że gleby wszystkich powierzchni doświadczalnych są słabo zasobne w substancję organiczną, ubogie w azot przy umiarkowanej wielkości stosunku C/N. Zasobność fosforu, potasu, wapnia jest niewielka, aczkolwiek zróżnicowana. Na niektórych powierzchniach jest umiarkowanie duża obecność magnezu. Można zaobserwować wzrost wysycenia zasadami na polkach z uprawą gatunków liściastych.

Tabela 1  
Table 1

**Skład i właściwości chemiczne gleb w warstwie 0-20 cm na powierzchniach doświadczalnych**  
Chemical constitution and properties of 0-20 cm soil layer on the investigated plots

Pow. Nr Plot no	Termin pobrania próbek Data of sampling	Wariant doświadczenia Variant of investigation	pH		C %	N %	C/N	N <sub>min.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Na	Hh	T	Vs %
			H <sub>2</sub> O	KCl												
1	początek badań begin of investigation	A – So, 1 tys. szt./ha pine 1000 number/ha	4,6	3,9	0,99	0,071	13,9	4,0	3,9	3,1	6,8	1,4	1,7	5,40	6,01	10,15
		0 – kontrola control	4,6	3,9	0,92	0,085	10,8	4,0	3,5	2,1	6,3	1,2	1,3	4,30	4,83	10,89
	koniec badań end of investigation	A – So, 1 tys. szt./ha pine 1000 number/ha	4,5	3,9	1,45	0,068	21,3	3,8	5,3	2,0	29,3	5,6	2,6	6,70	8,80	23,82
		0 – kontrola control	4,4	3,8	0,68	0,050	13,6	2,4	5,8	2,0	27,6	5,3	2,6	5,62	7,61	26,10
2	początek badań begin of investigation	A – So, 1 tys. szt./ha pine 1000 number/ha	5,3	4,2	0,98	0,065	15,1	2,5	6,1	3,2	7,7	2,2	0,8	3,30	3,99	17,17
		0 – kontrola control	5,0	4,0	0,90	0,057	15,8	4,0	6,7	3,0	7,7	1,9	1,0	3,70	4,36	15,21
	koniec badań end of investigation	A – So, 1 tys. szt./ha pine 1000 number/ha	5,1	4,1	1,35	0,056	24,1	2,2	6,2	2,7	34,5	6,9	2,2	4,90	7,37	33,45
		0 – kontrola control	4,8	3,9	1,11	0,065	17,1	4,6	5,8	2,0	27,6	4,3	2,2	5,42	7,31	25,79
3	początek badań begin of investigation	działki z sosną pine plots	5,1	4,2	0,77	0,059	13,0	7,0	4,2	3,0	9,4	1,7	1,2	3,70	4,44	16,69
		działki z brzozą birch plots	5,3	4,3	0,76	0,052	14,6	6,5	5,4	2,7	8,0	2,1	1,0	2,90	3,59	19,14

	<b>koniec badań</b> end of investigation	<b>działki z sosną</b> pine plots	4,9	4,0	1,13	0,065	17,4	7,7	5,0	2,7	34,5	4,9	3,2	4,70	7,04	33,25
		<b>działki z brzozą</b> birch plots	4,9	4,0	1,04	0,054	19,2	6,8	5,5	2,7	32,7	5,3	2,6	4,38	6,64	34,02
4	<b>początek badań</b> begin of investigation	<b>cała powierzchnia</b> whole plot	4,6	3,9	0,92	0,098	9,4	3,0	3,1	2,9	6,1	1,2	1,2	4,90	5,43	9,78
	<b>koniec badań</b> end of investigation	<b>cała powierzchnia</b> whole plot	4,5	3,9	1,30	0,062	20,9	1,9	4,1	2,0	27,6	5,3	2,6	5,98	7,97	24,92
5	<b>początek badań</b> begin of investigation	<b>cała powierzchnia</b> whole plot	4,6	3,7	0,96	0,067	14,3	1,8	2,1	11,3	16,3	4,9	2,6	2,80	4,43	36,70
	<b>koniec badań</b> end of investigation	<b>klon jawor</b> sycamore	4,8	3,9	1,28	0,042	30,5	1,1	2,3	3,3	31,0	5,6	2,6	3,70	5,92	37,42
		<b>sosna</b> pine	4,8	3,9	0,73	0,046	15,9	1,2	2,7	3,3	25,9	5,3	2,6	3,82	5,76	33,59
		<b>naturalna sukcesja</b> natural succession	4,6	3,7	1,24	0,06	20,7	1,6	3,9	2,7	27,6	5,3	2,2	4,58	6,57	30,24

### 3.2. Ocena zawartości substancji organicznej w poziomach $A_L$ i $A_{FH}$

Na ogół warianty zabiegowe odznaczały się większą zawartością substancji organicznej. Mniejsza zawartość substancji organicznej na powierzchni nr 4 z brzozą i czeremchą, w porównaniu do powierzchni z sosną, wiąże się z dobrze przebiegającymi procesami rozkładu ściółki. Zawartość substancji organicznej na powierzchniach z sosną jest zawsze większa, niekiedy dwukrotnie, w poziomie  $A_{FH}$  od jej zawartości w poziomie  $A_L$ . Dla brzozy jest większa lub nieco mniejsza (tab. 2).

### 3.3. Skład chemiczny ściółki $A_L$ i poziomu fermentacyjno-humifikacyjnego $A_{FH}$

#### Sosna

Wartości  $pH_{KCL}$  w poziomach  $A_L$  i  $A_{FH}$ , niezależnie od wariantu doświadczenia były do siebie zbliżone (pow. nr 1, 2, 3). Stosunek C/N był zdecydowanie niższy w poziomie  $A_{FH}$  (16,9–26,2) aniżeli w poziomie  $A_L$  (37,5–55,3), co świadczy o dobrym rozkładzie substancji organicznej. Wartości dla wariantu zabiegowego A i wariantu kontrolnego 0 były do siebie zbliżone. Stopień wysycenia zasadami  $V_S$  poziomów  $A_L$  i  $A_{FH}$  był podobny w wariacie A i w wariacie 0 na powierzchni nr 1, większy w wariacie A na powierzchni nr 2, a mniejszy w wariacie A na powierzchni nr 3 (tab. 2).

#### Brzoza

Na działkach z brzozą (wariant D — pow. nr 3 i na działkach z brzozą i czeremchą pow. nr 4), w porównaniu do działek z sosną, wyższy był odczyn i większa zawartość azotu ogółem, niższy był stosunek C/N (14,7–22,1), więcej było potasu, fosforu, wapnia, magnezu oraz wyższy był stopień wysycenia zasadami  $V_S$ . Świadczy to o dodatnim wpływie liści brzozy i czeremchy na procesy rozkładu substancji organicznej (tab. 2).

### 3.4. Wyniki pomiarów cech biometrycznych oraz obserwacji wzrostu i rozwoju drzew i krzewów rosnących na powierzchniach doświadczalnych

#### Powierzchnie nr 1 i 2

Zwiększenie pierśnicy i wysokości (średnich z pomiarów wszystkich drzew), które nastąpiło w wyniku przerzedzenia siedmioletnich upraw sosnowych, utrzymało się przez cały okres prowadzenia badań i było proporcjonalne do intensywności przerzedzenia.

**Tabela 2**  
Table 2

**Zawartość substancji organicznej i jej skład chemiczny**  
Content of organic matter and its chemical constitution

Pow. nr Plot no	Wariant doświadczenia Variant of investigation	Poziom Horison	Masa ściółki Litter mass t/ha	pH		C %	N %	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Na	Hh	T	Vs %
				H <sub>2</sub> O	KCl											
				mg/100 g gleby mg/100 g of soil												
1	A – So, 1 tys. szt./ha pine, 1000 number/ha	A <sub>I</sub>	6,14	4,2	3,8	33,40	0,85	39,2	27,0	104,2	276,0	40,3	4,9	49,90	69,94	28,66
		A <sub>FH</sub>	12,95	4,6	3,9	30,00	1,33	22,5	14,6	59,0	345,0	24,8	12,2	54,00	75,36	28,34
	0 – kontrola control	A <sub>I</sub>	8,47	4,2	3,8	33,90	0,90	37,5	28,6	104,2	276,0	43,4	4,3	49,86	70,14	28,91
		A <sub>FH</sub>	12,15	4,5	3,8	29,00	1,48	19,6	15,6	65,9	310,0	25,9	4,9	57,66	77,22	25,33
2	A – So, 1 tys. szt./ha pine, 1000 number/ha	A <sub>I</sub>	3,77	4,2	3,8	31,10	0,67	46,4	25,0	113,8	276,0	80,1	4,3	43,68	67,26	35,06
		A <sub>FH</sub>	7,80	5,2	4,7	14,80	0,87	17,0	8,0	40,9	310,0	25,0	4,3	37,68	56,50	33,31
	0 – kontrola control	A <sub>I</sub>	2,90	4,1	3,7	33,60	0,70	48,0	23,4	78,0	243,0	65,8	4,3	49,02	68,84	28,79
		A <sub>FH</sub>	7,58	5,1	4,3	19,30	1,14	16,9	12,8	50,5	243,0	36,1	4,3	45,24	61,88	26,89
3	A – So, 1 tys. szt./ha pine, 1000 number/ha	A <sub>I</sub>	6,06	4,0	3,6	33,40	0,60	55,3	23,4	98,0	259,0	43,4	3,7	51,54	70,78	27,18
		A <sub>FH</sub>	7,53	4,6	4,0	30,10	1,15	26,2	21,2	98,0	380,0	32,2	4,9	52,26	76,67	31,84
	D – Brz birch	A <sub>I</sub>	5,14	5,3	5,0	30,90	1,40	22,1	72,0	173,0	557,4	204,4	4,3	38,16	87,69	56,48
		A <sub>FH</sub>	6,69	5,4	4,9	23,50	1,60	14,7	27,8	106,5	457,7	107,7	9,3	40,38	75,38	46,43
	0 – kontrola control	AL	3,90	4,0	3,7	32,90	0,71	46,2	27,0	123,9	293,0	68,8	4,3	45,90	69,65	34,10
A <sub>FH</sub>		6,50	5,1	4,5	30,10	1,36	22,1	27,8	95,0	557,4	65,8	4,9	44,52	80,52	44,71	
4	cała powierzchnia whole plot	A <sub>I</sub>	5,35	5,0	4,6	31,20	1,66	18,8	74,8	266,4	457,7	147,2	13,8	45,90	88,48	48,13
		A <sub>FH</sub>	5,03	4,8	4,2	25,30	1,54	16,4	15,0	106,5	203,1	79,7	13,8	59,34	79,47	25,33

Możliwości intensywnej uprawy sosny i brzozy na gruntach porolnych

Średnia pierśnica i średnia wysokość maleją wraz ze wzrostem zagęszczenia drzew. Średnie wartości pierśnicy dla poszczególnych wariantów zdecydowanie różnią się od siebie, natomiast średnie wartości wysokości są do siebie zbliżone (ryc. 1, 3). Podobną tendencję, ale tylko w odniesieniu do pierśnicy, zauważa się w przypadku 500 najwyższych drzew/ha. Natomiast średnia wysokość 500 najwyższych drzew na 1 ha osiąga większe wartości w wariantach o większej gęstości.

Średni roczny przyrost pierśnicy wszystkich drzew malał wraz ze wzrostem gęstości, osiągając najmniejsze wartości w wariantcie kontrolnym. W odniesieniu do przyrostu wysokości nie zauważa się takiej tendencji, a minimalne wartości występują w różnych wariantach. Jednak średnie wartości dla poszczególnych wariantów są często do siebie zbliżone (ryc. 2, 4). Podobne tendencje można zaobserwować w wynikach pomiarów dotyczących 500 najwyższych drzew na 1 ha.

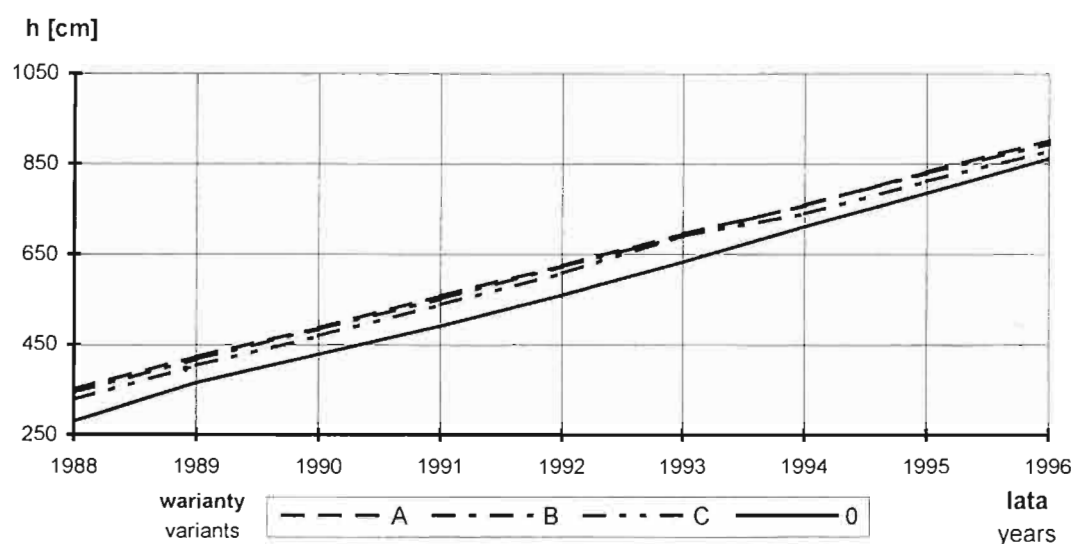
Analiza statystyczna wysokości i pierśnicy wszystkich drzew wykazała, że przez cały okres badań warianty przerzedzone A, B i C różniły się istotnie lub bardzo istotnie od wariantu kontrolnego. W niektórych latach istotne różnice stwierdzono także między wariantami zabiegowymi, zwłaszcza między najsilniej przerzedzonym wariantem A, a mniej przerzedzonymi B i C. Analiza statystyczna przyrostu pierśnicy wykazała istotne różnice, przez cały okres badań, głównie między wariantem A a wariantami B i C oraz wariantem kontrolnym. W odniesieniu do przyrostu wysokości, poza jednym przypadkiem — pow. nr 1 (1991 r.), analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic (tab. 5, 7).

Analiza statystyczna wysokości i jej przyrostu w przypadku 500 najwyższych drzew na 1 ha nie wykazała istotnych różnic między wariantami. Natomiast analiza statystyczna pierśnicy i jej przyrostu wykazała istotne różnice głównie między najbardziej przerzedzonym wariantem A, a pozostałymi. Różnice pierśnicy występowały przez cały okres badań, a różnice jej przyrostu tylko w początkowym okresie (tab. 6, 8).

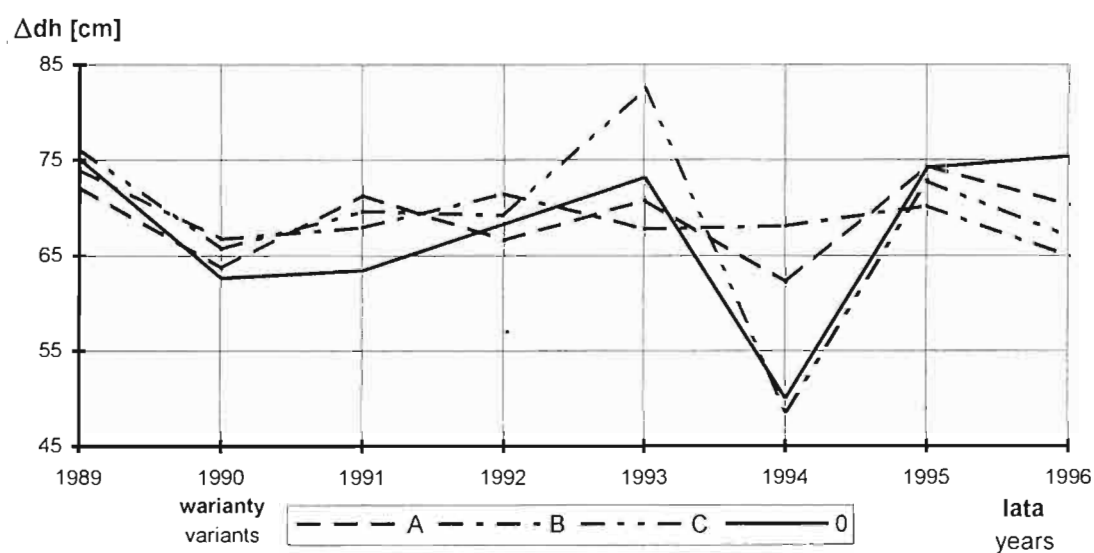
Przerzedzenie spowodowało w wariantach A, B, C zarówno wyraźne spowolnienie procesu oczyszczania drzew, jak również zdecydowanie silniejsze ich ugałęzienie w porównaniu do wariantu kontrolnego, co przejawiało się m. in. niższym osadzeniem pierwszego żywego okółka, większą grubością gałęzi oraz bardziej rozbudowaną koroną. Cechy te nasilają się wraz ze zwiększaniem stopnia przerzedzenia i są najbardziej widoczne w wariantcie A — przerzedzonym najsilniej (tab. 3).

Czyszczenia wczesne i późne spowodowały niewielki wzrost średniej wysokości i średniej pierśnicy pozostawionych drzew.

Przeżywalność dosadzonych gatunków liściastych co roku systematycznie malała (tab. 4). Największy jej spadek w pierwszych latach po posadzeniu odnotowano w odniesieniu do olszy szarej (po trzech latach, pow. nr 1 — 27% i pow. nr 2 — 15%). Najlepiej z dosadzonych gatunków przeżył dąb (pow. nr 1 — 38%, pow. nr 2 — 71%), a przeżywalność jego zmniejszała się stopniowo. Dosadzone gatunki liściaste utrzymały się na ogół tylko w bardzo dużych lukach.



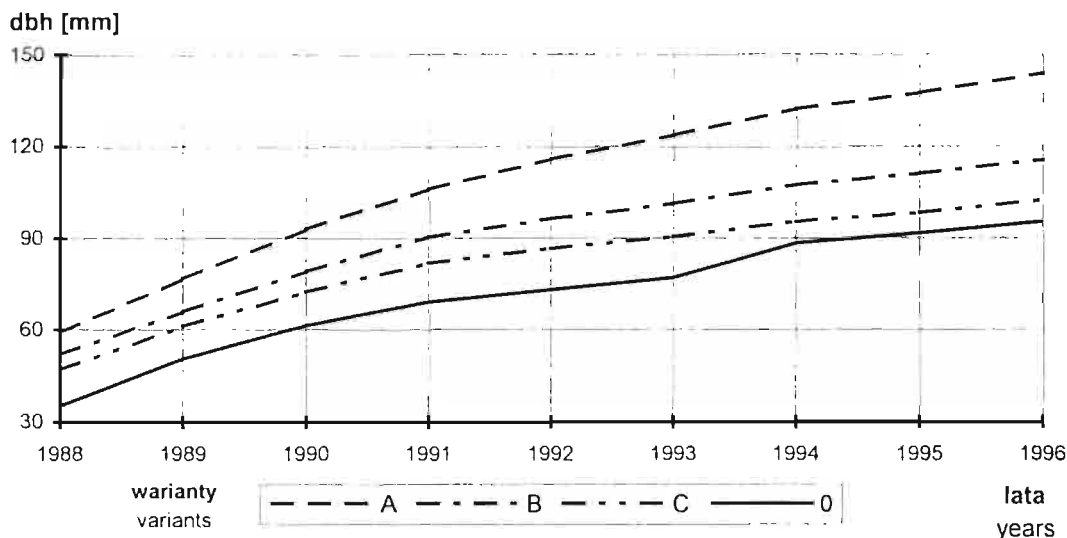
**Ryc. 1. Wysokość sosny zwyczajnej (h) w kolejnych latach na powierzchni nr 1**  
 Fig. 1. Height of Scots pine (h) in particular years — plot No 1



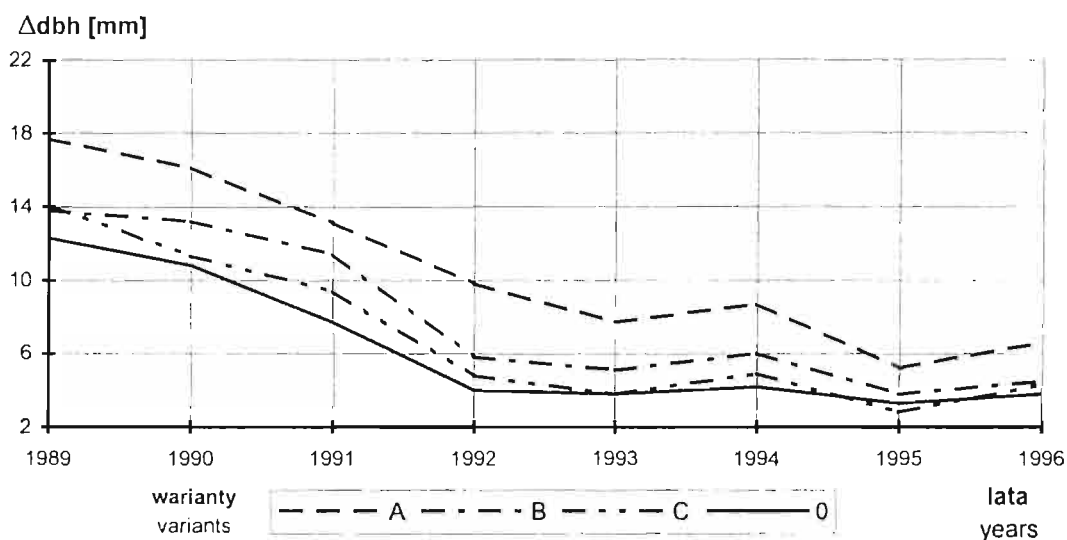
**Ryc. 2. Przyrost wysokości sosny zwyczajnej ( $\Delta h$ ) w kolejnych latach na powierzchni nr 1**  
 Fig. 2. Height increment of Scots pine ( $\Delta h$ ) in particular years — plot No 1

### Powierzchnia nr 3

Przez cały okres prowadzenia badań wysokość i pierśnica sosny osiągały największe wartości w wariantach przerzedzonych A, B i C, a najmniejsze w nieprzerzedzonych — 0, 0<sub>1</sub>. Prawie zawsze najniższą wysokość i zawsze najniższą pierśnicę odnotowywano w wariantcie nieprzerzedzonym, bez zabiegów pielęgnacyjnych (0<sub>1</sub>). Średnia wysokość w wariantach przerzedzonych była bardzo zbliżona. Podobnie było w wariantach nieprzerzedzonych (ryc. 5, 7). Zbliżoną zależność obserwowano w odniesieniu do przyrostów wysokości,



Ryc. 3. Pierśnica sosny zwyczajnej (dbh) w kolejnych latach na powierzchni nr 1  
 Fig. 3. Diameter of breast height of Scots pine (dbh) in particular years — plot No 1



Ryc. 4. Przyrost pierśnicy sosny zwyczajnej ( $\Delta$ dbh) w kolejnych latach na powierzchni nr 1

Fig. 4. Increment of diameter of breast height of Scots pine ( $\Delta$ dbh) in particular years — plot No 1

pierśnicy i jej przyrostu. Było to bardziej widoczne w latach późniejszych, a najniższe wartości przyrostu wysokości odnotowywano głównie w nieprzerzedzonych wariantach (0 — z zabiegami pielęgnacyjnymi i 0<sub>1</sub> — bez zabiegów pielęgnacyjnych). Przyrosty pierśnicy zawsze były niższe w wariantach nieprzerzedzonych (ryc. 6, 8).

Analiza statystyczna wysokości i pierśnicy sosny oraz ich przyrostów wykazała, że przez cały okres badań warianty przerzedzone A, B i C różniły się istotnie lub bardzo istotnie od wariantów kontrolnych 0 i 0<sub>1</sub> (pod względem przyrostu wysokości tylko przez ostatnie dwa lata; tab. 9).



**Tabela 3**  
Table 3

**Średnie charakterystyki oczyszczania się i gałęzistości drzew sosny zwyczajnej rosnących w różnym zagęszczeniu**  
Average features of self-thinning and branches of Scots pine trees growing in different density

Pow. nr Plot No	Wariant Variant	Sosna 12-letnia 12-year-old pine			Sosna 16-letnia 16-year-old pine				
		pierwszy żywy okótek first live whorl			pierwszy żywy okótek first live whorl		szerokość korony [cm] crown width		
		wysokość posadwienia height	średnica najgrubszej gałęzi diameter of the thickest branch	liczba gałęzi number of branches	wysokość posadowie- nia height	liczba gałęzi number of branches	prostopadle do rzędu perpendicular to row	w rzędzie in the row	średnio average
		cm	mm	szt.	cm	szt.			
1	<b>A – So, 1 tys. szt./ha</b> pine, 1000 number/ha	91,8	31,6	6,7	267,5	6,8	390,2	365,0	377,6
	<b>B – So, 2 tys. szt./ha</b> pine, 2000 number/ha	138,4	27,8	8,2	375,6	6,7	245,6	240,0	242,8
	<b>C – So, 2 tys. szt./ha</b> pine, 3000 number/ha	135,5	27,8	9,0	406,3	6,2	219,3	222,7	221,0
	<b>0 – kontrola</b> control	155,5	22,9	9,6	387,4	6,8	200,3	199,8	200,0
2	<b>A– So, 1 tys. szt./ha</b> pine, 1000 number/ha	89,3	33,8	5,7	232,8	5,2	439,0	414,5	426,7
	<b>B– So, 2 tys. szt./ha</b> pine, 2000 number/ha	118,9	29,2	6,4	321,3	6,7	349,8	312,3	331,01
	<b>C– So, 3 tys. szt./ha</b> pine, 3000 number/ha	157,5	28,9	6,5	370,0	6,3	289,8	290,5	290,1
	<b>0 – kontrola</b> control	166,9	25,5	8,5	393,8	6,6	269,5	258,5	264,0

Tabela 4  
Table 4**Stopień przeżycia i wysokość gatunków liściastych posadzonych w lukach powstałych po przerzedzeniu sosny zwyczajnej (wartości przybliżone)**

Survival rate and height of deciduous tree species planted in gaps arisen after pine thinning (approximate values)

Powierzchnia nr Plot No	Gatunek Species	Stopień przeżycia Survival rate [%]				Wysokość w 1996 r. Height in 1996 year [cm]	
		1989	1990	1991	1996	średnia average	min/max
1	<i>Alnus incana</i> L. 3/0	54	51	27	12	67,5	20/163
	<i>Tilia cordata</i> Mill. 2/0	x	95	87	26	34,2	10/68
	<i>Quercus pedunculata</i> Ehrh. × <i>Q. sessilis</i> Ehrh. 2/0	x	89	72	38	15,7	4/39
2	<i>Alnus incana</i> L. 3/0	25	22	15	6*	98,1	28/229
	<i>Quercus pedunculata</i> Ehrh. × <i>Q. sessilis</i> Ehrh. 2/0	x	90	80	71	43,3	7/117
	<i>Alnus incana</i> L. 1/0	x	x	80	–	–	–

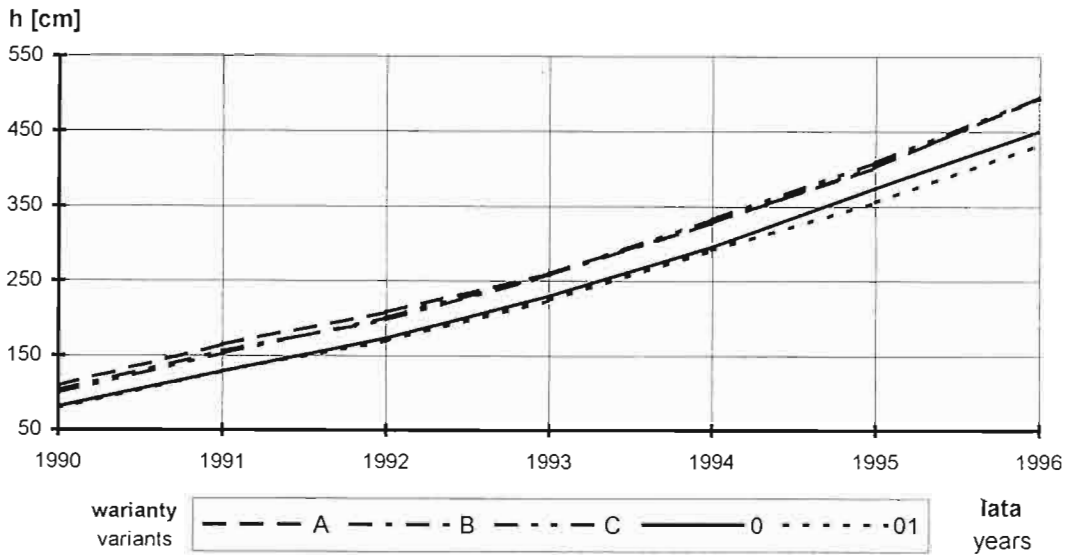
\* *Alnus incana* 3/0 razem z *Alnus incana* 1/0\* *Alnus incana* 3/0 altogether with *Alnus incana* 1/0

Czyszczenia wczesne spowodowały niewielki wzrost średniej wysokości i średniej pierśnicy pozostawionych sosen.

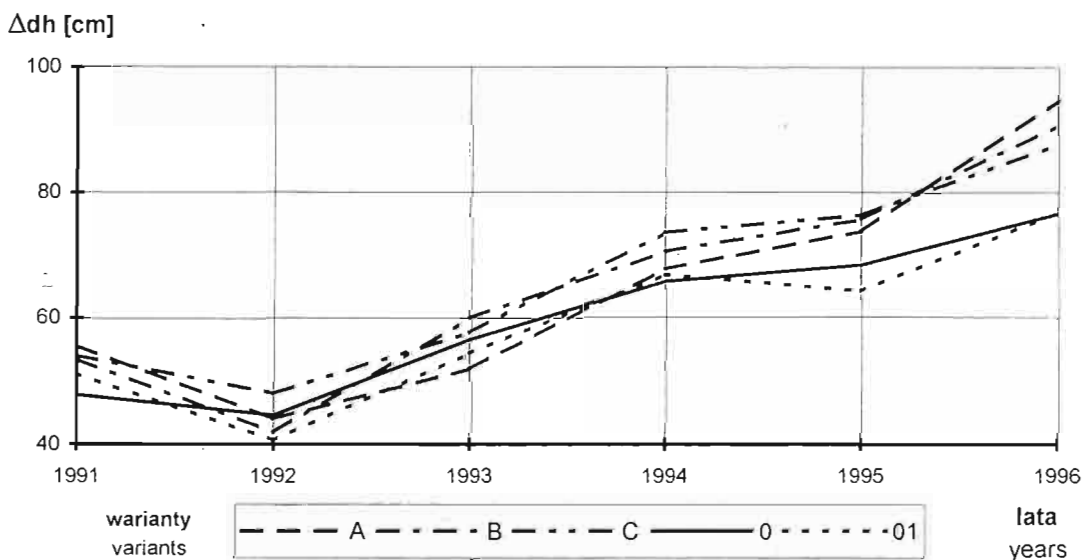
Stopień przeżycia olszy był najwyższy w wariantcie najbardziej przerzedzonym (A — 1 tys. szt./ha), co spowodowane zostało zapewne mniejszym wpływem sąsiednich sosen. Luki w wariantach słabiej przerzedzonych były od początku mniejsze i szybciej też zajmowane były przez sosnę. W wariantach o mniejszej gęstości olsza osiągała też większą wysokość, przyrost wysokości i pierśnicę. Średnia wysokość olszy początkowo rosła w mniejszym stopniu niż później. Spowodowane to było m. in. usychaniem wierzchołków pędów po posadzeniu.

Brzoza w ciągu 6 lat ponad trzykrotnie zwiększyła swoją wysokość. Średnia pierśnica też wzrosła prawie trzykrotnie. Przyrost wysokości był większy w latach późniejszych, natomiast przyrost pierśnicy malał. W 1996 r. brzoza z zewnętrznych rzędów pasa nie stanowiła jeszcze zagrożenia dla wzrostu i rozwoju sosny. Stopień przeżycia brzozy nieznacznie zmalał, głównie w wyniku złamania małych drzewek przez zwierzynę. Natomiast gatunki liściaste z poletek rozdzielających pasy sosny zostały w większości zgryzione przez zwierzynę, niewielka część została zagłuszona przez sosny.

Układ powierzchni — pasy sosny na przemian z pasami brzozy sadzonej rzadziej, porozdzielane jeszcze poletkami gatunków liściastych, także sadzonych rzadziej, słabiej rosnących i niższych od sosny — ułatwił zwierzynie penetrację uprawy, zwłaszcza we wcześniejszych latach.



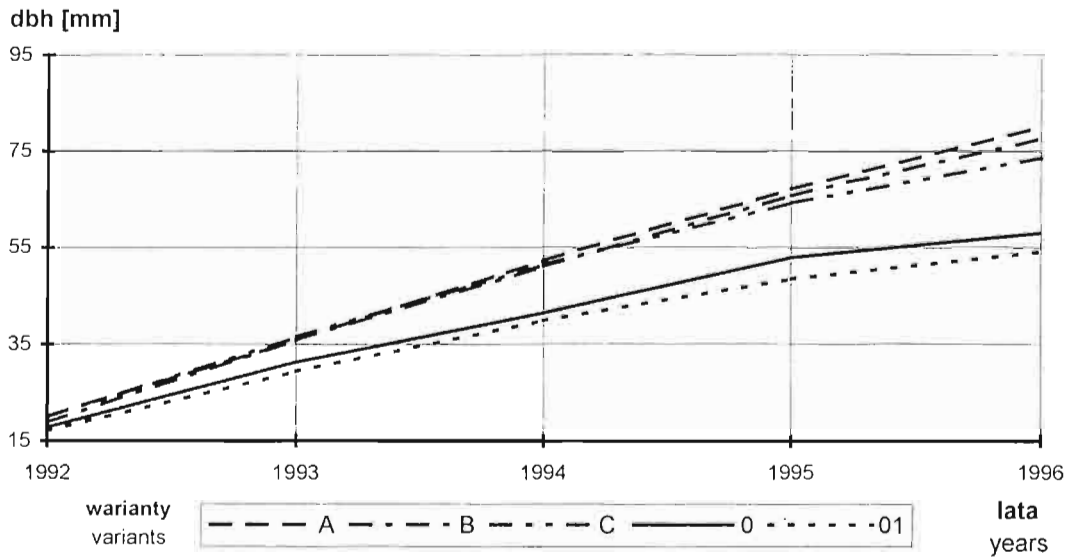
Ryc. 5. Wysokość sosny zwyczajnej ( $h$ ) w kolejnych latach na powierzchni nr 3  
 Fig. 5. Height of Scots pine ( $h$ ) in particular years — plot No 3



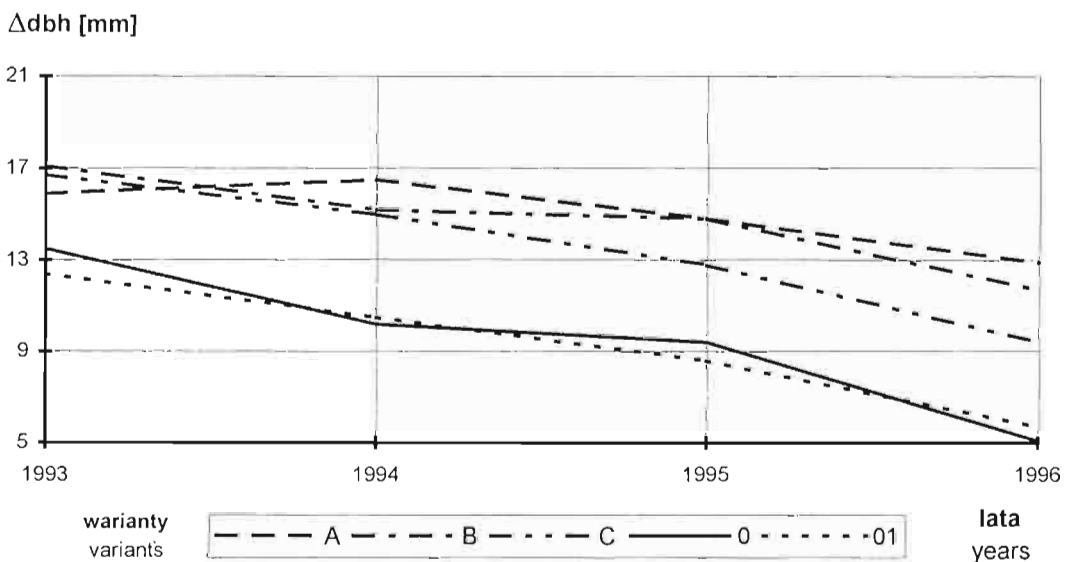
Ryc. 6. Przyrost wysokości sosny zwyczajnej ( $\Delta h$ ) w kolejnych latach na powierzchni nr 3  
 Fig. 6. Height increment of Scots pine ( $\Delta h$ ) in particular years — plot No 3

#### Powierzchnia nr 4

W ciągu 6 lat średnia wysokość brzozy wzrosła o ponad 4 m, tj. ponad 70%. Średnia pierśnica wzrosła o ponad 40 mm, tj. o prawie 70%. Wysokość brzozy wzrastała corocznie średnio o ok. 70 cm (min. 44,1 cm, maks. 96,0 cm), a pierśnica o ok. 7 mm (min. 4,2 mm, maks. 10,0 mm), osiągając w 1996 r. odpowiednio 974,1 cm i 106,3 mm. Układ warunków pogodowych (suchy koniec wiosny, suche i gorące lato) mógł być przyczyną zmniejszenia się w 1992 r. średnich wartości tych przyrostów prawie o połowę. Rozwijająca się czternastoletnia brzoza, zwarta już w rzędach i międzyrzędach, nie ograniczała jeszcze w większym stopniu rozwoju czeremchy, która wchodziła już w rzędy brzozy.



**Fig. 7. Pierśnica sosny zwyczajnej (dbh) w kolejnych latach na powierzchni nr 3**  
 Fig. 7. Diameter of breast height of Scots pine (dbh) in particular years — plot No 3



**Ryc. 8. Przyrost pierśnicy sosny zwyczajnej ( $\Delta$ dbh) w kolejnych latach na powierzchni nr 3**  
 Fig. 8. Increment of diameter of breast height of Scots pine ( $\Delta$ dbh) in particular years — plot No 3

Czeremcha przyrastała rocznie średnio ok. 34 cm i w 1996 r. osiągała średnią wysokość ok. 370 cm. Średnie wartości rocznych przyrostów wysokości z poszczególnych lat były jednak bardzo zróżnicowane (3,6–50,5 cm). Załamanie się przyrostu wysokości czeremchy w 1993 r. (3,6 cm) mogło być spowodowane układem warunków pogodowych (podobnym do 1992 r.), ale także jej przejściową reakcją na zmieniające się warunki wzrostu w wyniku rozwoju brzozy.

Tabela 5  
Table 5

Analiza statystyczna cech biometrycznych sosny zwyczajnej na powierzchni nr 1 dla wszystkie drzew  
Statistical analysis of biometrics features of Scots pine in plot No 1, – all trees

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	F – empiryczne F– empirical									F – teoretyczne F – theoretical	
		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	0,95	0,99
<b>Wysokość Height</b>												
Powtórzenia Repetition	2	1,80	0,99	0,74	0,97	0,90	1,17	2,20	2,13	1,62	5,14	10,90
Warianty Variants	3	26,32**	9,86**	10,41**	11,12*	9,26*	5,20*	7,05*	4,83*	2,13	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Pierśnica Diameter of breast height</b>												
Powtórzenia Repetition	2	4,28	2,50	1,89	1,18	1,67	1,54	1,96	1,91	2,61	5,14	10,90
Warianty Variants	3	65,88**	35,55**	46,34**	80,31**	59,99**	53,86**	52,65**	48,39**	59,61**	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Przyrost wysokości Height increment</b>												
Powtórzenia Repetition	2	x	8,13*	1,33	2,87	0,46	0,16	0,58	0,62	0,63	5,14	10,90
Warianty Variants	3	x	3,63	0,91	10,34**	0,84	1,62	0,46	0,37	2,48	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Przyrost pierśnicy Diameter increment</b>												
Powtórzenia Repetition	2	x	0,41	0,01	0,99	1,67	0,44	0,01	0,29	2,17	5,14	10,90
Warianty Variants	3	x	11,88**	12,72*	8,95*	8,85*	8,21*	15,77**	19,64**	11,33**	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											

\* istotna różnica,  $p=0,95$ ; significant difference  $p=0.95$

\*\* bardzo istotna różnica,  $p=0,99$  significant difference  $p=0.99$

Tabela 6  
Table 6

Analiza statystyczna cech biometrycznych sosny zwyczajnej na powierzchni nr 1 dla 500 najwyższych drzew na 1 ha  
Statistical analysis of biometrics features of Scots pine in plot No 1 for 500 of the tallest trees)

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	F – empiryczne F – empirical									F – teoretyczne F – theoretical	
		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	0,95	0,99
<b>Wysokość Height</b>												
Powtórzenia Repetition	2	1,72	1,32	0,80	2,29	1,18	0,88	1,74	2,48	2,01	5,14	10,90
Warianty Variants	3	1,26	0,75	1,20	1,87	1,74	1,16	3,27	2,26	1,59	4,76	9,78
Błąd Error	6											
<b>Całkowita Total</b>	<b>11</b>											
<b>Pierśnica Diameter of breast height</b>												
Powtórzenia Repetition	2	7,03*	3,12	3,25	1,44	2,00	1,45	1,69	1,27	2,10	5,14	10,90
Warianty Variants	3	8,26*	6,25*	12,66**	8,74*	10,72**	9,98**	18,02**	15,60**	16,78**	4,76	9,78
Błąd Error	6											
<b>Całkowita Total</b>	<b>11</b>											
<b>Przyrost wysokości Height increment</b>												
Powtórzenia Repetition	2	x	2,74	1,27	1,96	0,97	0,01	0,20	0,63	0,76	5,14	10,90
Warianty Variants	3	x	1,35	0,92	0,86	0,01	2,00	0,32	0,42	5,56*	4,76	9,78
Błąd Error	6											
<b>Całkowita Total</b>	<b>11</b>											
<b>Przyrost pierśnicy Diameter increment</b>												
Powtórzenia Repetition	2	x	6,75*	1,87	1,12	3,66	0,02	0,12	0,31	0,11	5,14	10,90
Warianty Variants	3	x	8,43*	5,68*	0,71	14,15**	1,69	0,77	0,33	0,38	4,76	9,78
Błąd Error	6											
<b>Całkowita Total</b>	<b>11</b>											

Oznaczenia jak w tabeli 5 Designation as in the Table 5

Tabela 7  
Table 7

**Analiza statystyczna cech biometrycznych sosny zwyczajnej na powierzchni nr 2 dla wszystkich drzew**  
Statistical analysis of biometrics features of Scots pine in plot No 2 for all trees

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	F – empiryczne F – empirical									F - teoretyczne F – theoretical	
		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	0,95	0,99
<b>Wysokość Height</b>												
Powtórzenia Repetition	2	30,37**	17,02**	8,37*	2,85	3,49	2,57	2,38	2,70	2,79	5,14	10,90
Warianty Variants	3	109,72**	38,18**	27,26**	15,02**	5,61*	5,37*	6,27*	6,55*	6,09*	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Pierśnica Diameter of breast height</b>												
Powtórzenia Repetition	2	10,25*	15,47**	4,84	1,63	1,51	0,58	0,11	0,08	0,04	5,14	10,90
Warianty Variants	3	161,56**	154,21**	88,75**	80,30**	49,79**	80,28**	67,85**	81,13**	100,19**	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Przyrost wysokość Height increment</b>												
Powtórzenia Repetition	2	x	0,06	0,07	0,27	1,08	0,58	1,63	1,00	0,38	5,14	10,90
Warianty Variants	3	x	1,10	2,95	1,06	0,56	2,74	2,48	1,28	0,78	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Przyrost pierśnicy Diameter increment</b>												
Powtórzenia Repetition	2	x	7,10*	2,53	2,80	0,10	2,61	1,34	5,59*	0,29	5,14	10,90
Warianty Variants	3	x	3,48	26,16**	38,00**	0,41	11,61**	7,63*	52,65**	19,41**	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											

Oznaczenia jak w tabeli 5 Designations as in the Table 5

Tabela 8  
Table 8

Analiza statystyczna cech biometrycznych sosny zwyczajnej na powierzchni nr 2 dla 500 najwyższych drzew na 1ha )  
Statistical analysis of biometrics features of Scots pine (plot No 2 – 500 of the tallest trees/ha)

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	F – empiryczne F – empirical									F – teoretyczne F – theoretical	
		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	0,95	0,99
<b>Wysokość Height</b>												
Powtórzenia Repetition	2	8,58*	5,61*	4,79	1,88	3,44	2,81	2,98	3,51	3,23	5,14	10,90
Warianty Variants	3	0,10	0,54	1,18	0,56	0,94	0,92	0,82	0,89	1,39	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Pierśnica Diameter of breast height</b>												
Powtórzenia Repetition	2	4,94	4,28	3,00	1,15	1,73	1,23	1,42	3,60	2,27	5,14	10,90
Warianty Variants	3	1,44	0,24	3,44	4,41	14,38**	7,35*	12,41**	23,28**	17,03**	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Przyrost wysokości Height increment</b>												
Powtórzenia Repetition	2	x	0,03	0,63	0,76	1,48	1,44	1,83	0,82	0,64	5,14	10,90
Warianty Variants	3	x	4,65	2,50	1,70	1,38	1,53	2,30	0,29	1,44	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											
<b>Przyrost pierśnicy Diameter increment</b>												
Powtórzenia Repetition	2	x	2,82	3,21	0,11	0,65	0,20	0,39	0,38	0,33	5,14	10,90
Warianty Variants	3	x	14,56**	18,62**	2,08	0,44	0,47	2,43	0,38	0,07	4,76	9,78
Błąd Error	6											
Całkowita Total	11											

Oznaczenia jak w tabeli 5 Designations as in the Table 5



Tabela 9  
Table 9

**Analiza statystyczna cech biometrycznych sosny zwyczajnej na powierzchni nr 3**  
Statistical analysis of biometrics features of Scots pine — plot No 3

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	F – empiryczne F – empirical							F - teoretyczne F – theoretical	
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	0,95	0,99
<b>Wysokość Height</b>										
Powtórzenia Repetition	4	2,56	0,95	1,48	1,52	1,25	1,27	1,07	3,01	4,77
Warianty Variants	4	26,95**	18,98**	9,61**	7,42**	6,12**	6,63**	11,00**	3,01	4,77
Błąd Error	16									
Całkowita Total	24									
<b>Pierśnica Diameter of breast height</b>										
Powtórzenia Repetition	4	x	x	0,85	0,14	0,32	0,42	0,68	3,01	4,77
Warianty Variants	4	x	x	4,51*	8,45**	22,63**	30,20**	59,28**	3,01	4,77
Błąd Error	16									
Całkowita Total	24									
<b>Przyrost wysokości Height increment</b>										
Powtórzenia Repetition	4	x	1,36	2,16	0,58	1,40	1,16	1,66	3,01	4,77
Warianty Variants	4	x	2,21	1,00	1,58	1,48	4,18*	18,67**	3,01	4,77
Błąd Error	16									
Całkowita Total	24									
<b>Przyrost pierśnicy Diameter increment</b>										
Powtórzenia Repetition	4	x	x	x	0,15	0,78	5,41**	0,33	3,01	4,77
Warianty Variants	4	x	x	x	11,51**	24,09**	86,04**	39,33**	3,01	4,77
Błąd Error	16									
Całkowita Total	24									

Oznaczenia jak w tabeli 5 Designations as in the Table 5

Tabela 10

Table 10

**Analiza statystyczna cech biometrycznych sosny zwyczajnej na powierzchni nr 5**  
 Statistical analysis of biometrics features of Scots pine — plot No 5

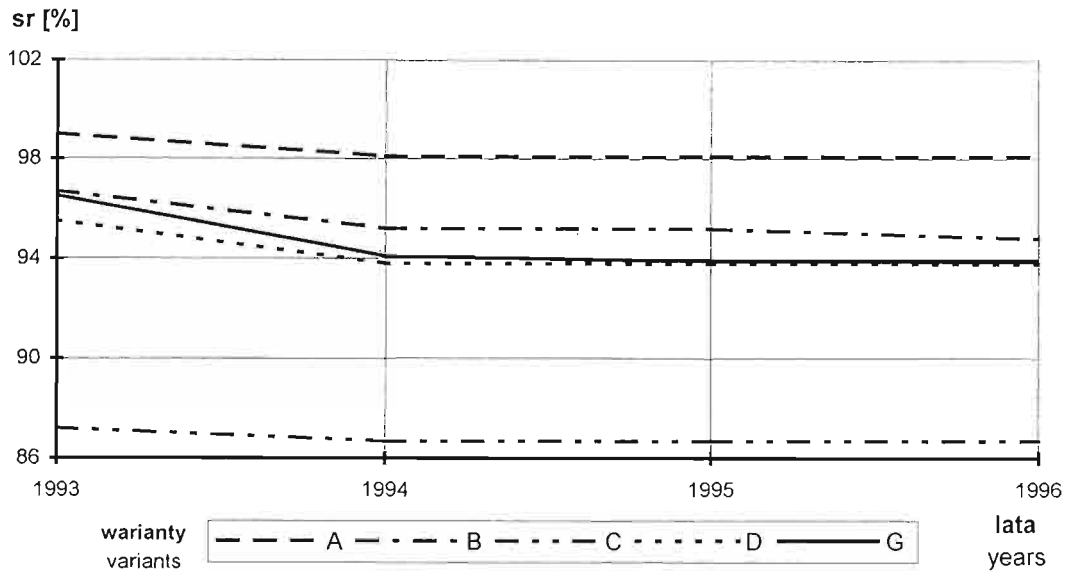
Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	F – empiryczne F – empirical				F – teoretyczne F – theoretical	
		1993	1994	1995	1996	0,95	0,99
<b>Stopień przeżycia</b> Survival rate							
Powtórzenia Repetition	4	0,66	0,35	0,33	0,32	3,01	4,77
Warianty Variant	4	3,35*	2,42	2,49	2,25	3,01	4,77
Błąd Error	16						
Całkowita Total	24						
<b>Wysokość</b> Height							
Powtórzenia Repetition	4	0,29	2,15	1,26	1,18	3,01	4,77
Warianty Variant	4	3,60*	8,91**	17,13**	11,97**	3,01	4,77
Błąd Error	16						
Całkowita Total	24						
<b>Przyrost wysokości</b> Height increment							
Powtórzenia Repetition	4	x	3,67*	1,30	1,59	3,01	4,77
Warianty Variant	4	x	11,31**	20,70**	1,67	3,01	4,77
Błąd Error	16						
Całkowita Total	24						
<b>Grubość</b> Thickness							
Powtórzenia Repetition	4	x	x	x	3,00	3,01	4,77
Warianty Variant	4	x	x	x	22,57**	3,01	4,77
Błąd Error	16						
Całkowita Total	24						

Oznaczenia jak w tabeli 5 Designations as in the Table 5

## Powierzchnia nr 5

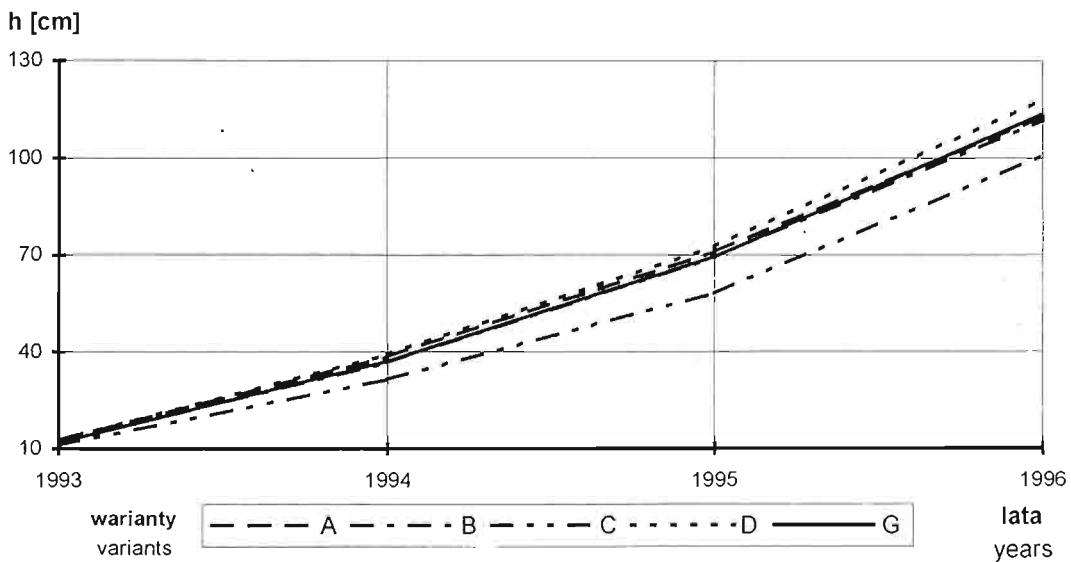
Sosna z wariantów z przygotowaniem gleby w bruzdy ze spulchnieniem (A, B, D, G) odznaczała się przez wszystkie lata prowadzenia badań wyższym stopniem przeżycia, większą wysokością i większym przyrostem wysokości, a w 1996 r. — większą grubością w porównaniu do wariantu C z przygotowaniem gleby w placówki (ryc. 9–11). Największą wysokość sosny i największy przyrost jej wysokości odnotowywano przez cały okres badań u sosen sadzonych najgęściej (w grupach 1,7×0,4 m) — wariant D, największą grubością odznaczały się sosny z wariantu A o najmniejszej gęstości sadzenia (1 tys. szt./ha) (ryc. 10, 11). Jednak przez cały czas średnie wartości stopnia przeżycia, wysokości i przyrostu wysokości sosny w wariantach z przygotowaniem gleby w bruzdy ze spulchnieniem (A, B, D, G) były do siebie zbliżone (ryc. 9–11).

Analiza statystyczna wysokości, przyrostu wysokości i grubości wykazała, że prawie przez cały okres badań (grubość tylko jeden rok) warianty z przygotowaniem gleby w bruzdy ze spulchnieniem A, B, D, G różniły się istotnie od wariantu



**Ryc. 9. Stopień przeżycia sosny zwyczajnej (sr) w kolejnych latach na powierzchni nr 5**

Fig. 9. Survival rate of Scots pine (sr) in particular years — plot No 5



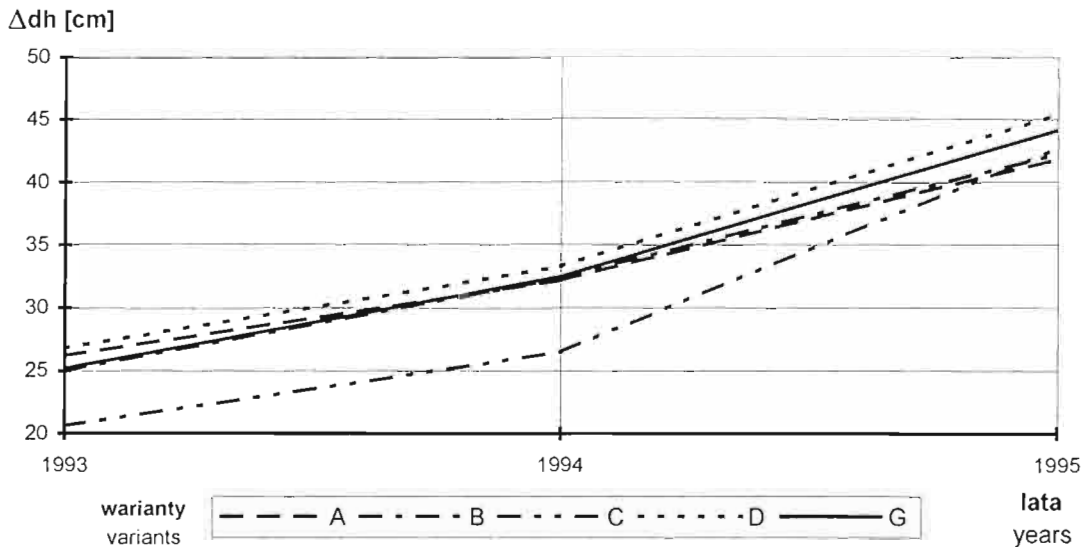
**Ryc. 10. Wysokość sosny zwyczajnej (h) w kolejnych latach na powierzchni nr 5**

Fig. 10. Height of Scots pine (h) in particular years — plot No 5

z przygotowaniem gleby w placówce C. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice stopnia przeżycia tylko raz, na początku badań, między wariantem A i C.

Na działkach wariantu E (początkowo siew sosny) w 1996 r. rósł jałowiec pospolity, śliwa tarnina i sosna zwyczajna. Średnia wysokość jałowca wynosiła 49,4 cm, tarniny — 33,0 cm, sosny — 42,8 cm. Udział jałowca wynosił 69,4%, tarniny — 20,4%, sosny — 10,2%.

Na działkach pozostawionych do naturalnej sukcesji (wariant F), całkowicie zadarnionych, nie stwierdzono występowania samosiewu. Samosiew pojawił się natomiast na działkach z odsłoniętą i wzruszoną powierzchnią gleby (warianty A, B, D, G z przygotowaniem gleby w bruzdy ze spulchnieniem) i to głównie w



**Ryc. 11. Przyrost wysokości sosny zwyczajnej ( $\Delta h$ ) w kolejnych latach na powierzchni nr 5**

Fig. 11. Height increment of Scots pine ( $\Delta h$ ) in particular years — plot No 5

pierwszym roku uprawy. W latach następnych stopniowe zarastanie bruzd czyniło ten proces coraz trudniejszym. W 1996 r. na działkach tych rosły:

- brzoza brodawkowata (13 szt. wysokości 20÷360 cm),
- topola osika (4 szt. wysokości 56÷360 cm),
- grusza pospolita (4 szt. wysokości 102÷185 cm),
- wierzba (2 szt. wysokości 195 i 275 cm),
- klon jesionolistny (1 szt. wysokości 20 cm)
- sosna zwyczajna (1 szt. wysokości 35 cm).

#### 4. PODSUMOWANIE I DISKUSJA WYNIKÓW

Na gruntach porolnych, z powodu zagrożenia hubą korzeni, celowe jest stosowanie rozluźnionej więzby sadzenia w celu ograniczenia kontaktów korzeniowych między drzewami oraz opóźnienia terminu rozpoczęcia cięć pielęgnacyjnych (FEDOROV 1984, ONISKIV 1986, SOBCZAK 1990). Dla sosny proponuje się więzbę 2×2 m, co daje 2500 szt./ha (RYNGAJŁO 1983). W przypadku brzozy jako gatunku głównego proponuje się więzbę nawet 3×3 m, tj. ok. 1100 szt./ha (BERNADZKI, KOWALSKI 1983), ale z niezbędnym uzupełnieniem uprawy gatunkami domieszkowymi, co ma zapobiec zadarnieniu pokrywy glebowej i jednocześnie stymulować proces wykształcania się siedliska leśnego (SOBCZAK 1990). Rozluźnioną więzbę sadzenia dla sosny zastosowano na powierzchni nr 5, ok. 3,4×3,0 m (1 tys. szt./ha) — wariant A i ok. 1,7×3,0 m (2 tys. szt./ha) — wa-

riant B. Na powierzchni tej sosnę sadzono także w grupach po 9 szt. w więźbie 0,5×0,5 m (war. C) i po 10 szt. w więźbie 1,7×0,4 m (war. D).

Jakkolwiek okres badań na powierzchni nr 5 był krótki (4 lata), to jednak dały się zauważyć pewne tendencje we wzroście i rozwoju sosny. Największym przyrostem wysokości i wysokością odznaczała się sosna sadzona najgęściej w bruzdzie, co 0,4 m (war. D). Pomiar grubości na wysokości 10 cm przeprowadzony 4 lata po posadzeniu wykazał, że najgrubsze były sosny sadzone najrzadziej, tj. w więźbie ok. 3,4×3,0 m. Natomiast najcieńsze okazały się sosny sadzone w grupach w więźbie 0,5×0,5 m. Sosny te osiągnęły też najmniejsze wartości przyrostu wysokości i były najniższe. Spowodowane to zostało zapewne także sposobem przygotowania gleby — placówki (w pozostałych wariantach gleba została przygotowana w bruzdy ze spulchnieniem).

Jest to także zbyt krótki okres badań, aby można było mówić o dodatnim wpływie dosadzonych gatunków liściastych (dąb bezszypułkowy, klon jawor) na wzrost i rozwój sosny. Gatunki te zdecydowano się posadzić później (3 lata po posadzeniu sosny), aby nie stanowiły konkurencji dla sosny, co zwłaszcza w przypadku brzozy może być problemem. Jednak dosadzanie gatunków liściastych dopiero trzy lata po posadzeniu sosny, w warunkach łatwo zachwaszczającej się powierzchni, spowodowało konieczność powtórnego przygotowania gleby (w tym przypadku ręcznego — darcie pokrywy motyką, przekopanie miejsc sadzenia szpadlem). Siewy sosny w tych warunkach — dość żyzne siedlisko zbliżone do boru mieszanego świeżego — nie miały większych szans na powodzenie. Całkowite zadarnienie działek pozostawionych do naturalnej sukcesji spowodowało, że pojawienie się odnowienia naturalnego było i jest bardzo utrudnione i w najbliższych latach w większym stopniu praktycznie niemożliwe. Natomiast na działkach z odsłoniętą i wzruszoną powierzchnią gleby pojawił się samosiew. Na pozostałych trzech powierzchniach z rosnącą już sosną (nr 1, 2, 3) zastosowano metodę wczesnej redukcji liczby drzew, w okresie zwierania się uprawy (SOBCZAK, JAKUBOWSKI 1993). Punktem wyjścia dla tej koncepcji było znane z literatury różnicowanie typów pokrojowych sosny (ERTELD, KRÄUTER 1957, ILMURZYŃSKI 1961). Jednym z nich jest tzw. typ b, charakteryzujący się szybkim wzrostem w młodości i stosunkową krótkowiecznością. Redukcja liczby drzew, z pozostawieniem na pniu egzemplarzy najwyższych i najgrubszych, faworyzuje ten właśnie typ rozwojowy, co powinno umożliwić wyhodowanie stosunkowo grubych sortymentów w skróconej kolei rębów. Redukcja ta wykonana wystarczająco wcześnie nie powinna uruchomić procesu chorobotwórczego (ONIS'KIV 1986). I rzeczywiście, nie stwierdzono oznak występowania huby korzeni, ani na powierzchniach nr 1 i 2 — przerzedzenie wykonano w wieku 7 lat, ani na powierzchni nr 3, gdzie przerzedzenie wykonano w wieku 4 lat. Cięcia te ujawniły natomiast tendencję sosny do grupowego rozmieszczenia drzew o podobnych wymiarach (ZAJĄCZKOWSKI 1994).

Przerzedzenie wpłynęło też na wyraźne zwiększenie grubości drzew, proporcjonalnie do stopnia nasilenia cięć. W wariancie A — najbardziej przerzedzonym, zarówno na powierzchni nr 1, jak i nr 2 drzewa są wyraźnie grubsze od drzew z wariantów przerzedzonych w mniejszym stopniu, a zwłaszcza od drzew z działek kontrolnych, nieprzerzedzonych. W okresie prowadzenia badań nie nastąpiło też w wariantach przerzedzonych spowolnienie wzrostu sosny na wysokość, czego się obawiano. Wykonane przerzedzenie spowodowało natomiast spowolnienie procesu oczyszczania się drzew, co najbardziej jest widoczne w wariancie najrzadszym. Drzewa wykształciły tu silną, mocno ugałęzioną koronę. Powstałe w wyniku przerzedzenia luki uzupełniono gatunkami liściastymi (dąb — mieszaniec dębu szypułkowego z bezszypułkowym, lipa drobnolistna, olsza szara) wpływającymi dodatnio na obieg pierwiastków w środowisku leśnym. Domieszki te powinny być jednak wprowadzone zaraz po przerzedzeniu uprawy i tylko w duże luki, inaczej są one bardzo szybko zagłuszane przez rozrastające się sosny i nie spełniają swej roli. Zdarza się to też wtedy, gdy przerzedzone sosny są już zbyt duże, co uwidoczniło się wyraźnie na powierzchniach nr 1 i 2. Domieszki zostały wprowadzone w ośmioletnią uprawę, przy średniej wysokości sosny ponad 3,5 m, w rok po przerzedzeniu. Niską udatność sadzenia domieszek na tych powierzchniach w pierwszym roku spowodowały także niekorzystne warunki pogodowe (sucha i gorąca wiosna).

Brzoza rosnąca na powierzchniach doświadczalnych nr 3 i 4 osiągała duże przyrosty wysokości, choć na glebach ubogich i suchych często przyjmuje postać krzewiastą (ZARZYCKI 1979). Bardzo dobry rozwój czeremchy amerykańskiej (pow. nr 4) — poza jednym rokiem ograniczenia przyrostu na wysokość — potwierdził, że nie ujawniło się w sposób widoczny negatywne działanie allelopacyjne brzozy (ZARZYCKI 1979) ani brak wody spowodowany konkurencją brzozy (RYNGAJŁO 1983). Nie stwierdzono także oznak występowania huby korzeni. Urozmaicenie składu gatunkowego uprawy (pow. nr 3) poprzez wprowadzenie różnych gatunków liściastych na poletka rozdzielające pasy sosny, jak i układ powierzchni — pasy sosny naprzemian z pasami brzozy, spowodowały wzmożoną penetrację uprawy przez zwierzynę, a co za tym idzie — zwiększenie szkód powodowanych przez nią.

Uzyskane wyniki analiz chemicznych gleb (wyższy pod koniec badań stosunek C/N, duża zawartość substancji organicznej w poziomie ściółki  $A_L$  i poziomie fermentacyjno-humifikacyjnym  $A_{FH}$ ) wskazują na spowolnienie rozkładu substancji organicznej na powierzchniach z sosną. Natomiast wyniki analiz gleb i substancji organicznej z działek na których rosła brzoza świadczą o lepszych procesach rozkładu: niższy stosunek C/N, mniejsza zawartość substancji organicznej w poziomach  $A_L$  i  $A_{FH}$ .

## 5. OGÓLNE WNIOSKI

1. Cięcia rozrzedzające (pozostawiono drzewa najlepiej przyrastające) ujawniły tendencję sosny do grupowego rozmieszczenia drzew o podobnych wymiarach, co czyni uprawę bardziej stabilną; cięcia te powinny być wykonane możliwie najwcześniej (ok. 5. roku uprawy), aby uniknąć szkód powodowanych przez hubę korzeni.

2. Rozrzedzenie uprawy sosnowej (1–3 tys. szt./ha) nie wpłynęło na zmniejszenie przyrostu wysokości sosny, przejawiało się natomiast zwiększeniem przyrostu grubości; drzewa w wariacie maksymalnie rozrzedzonym są wyraźnie grubsze i wykształciły silną, mocno ugałęzioną i uigloną koronę.

3. Powstała wskutek rozrzedzenia struktura grupowa gatunków iglastych sprzyja penetracji i uszkodzeniom przez zwierzynę gatunków liściastych, wypełniających przestrzeń między grupami. Drzewostan taki nawiązuje do struktury naturalnych odnowień na gruntach porolnych, aczkolwiek odnowienia naturalne sosny są rzadkością z uwagi na silne zachwaszczenie, częstsze są natomiast odnowienia gatunków liściastych.

4. Najlepsze wyniki wzrostowe sosny uzyskano w tradycyjnym sposobie przygotowania gleby — wyoranie bruzd ze spulchnieniem.

5. Domieszkowe gatunki liściaste sadzone w lukach powstałych po rozrzedzeniu uprawy sosnowej powinny być wprowadzone zaraz po wykonaniu tego zabiegu; roszą wtedy największą nadzieję na rozwój i możliwie długie korzystne oddziaływanie na siedlisko; mała udatność sadzenia liściastych gatunków domieszkowych w ubogich warunkach siedliskowych spowodowana jest przede wszystkim brakiem wody (przepuszczalna gleba).

6. Wzrost odczynu gleby, poprawa stosunku C/N świadczącego o procesach rozkładu substancji organicznej, wzrost zawartości azotu, potasu, fosforu, wapnia i magnezu oraz lepszy stopień wysycenia zasadami na powierzchni z brzozą i czeremchą jest wyrazem dodatniego wpływu liści tych gatunków na poprawianie procesów rozkładu.

## THE POSSIBILITIES OF INTENSIVE GROWING OF PINE AND BIRCH ON POST-AGRICULTURAL LANDS

### Summary

The main argument against pine planting on post-agricultural lands is its susceptibility to root rot. However, the negative pine assessment especially concerns its pure not mixed stands. Significant role of pine as a pioneer tree species in the initial phases of forest succession, especially on lowland poor sand soils suggests to use pine to afforest the post-agricultural lands. Birch is also affected by root rot, however it is more resistant than pine. Birch, in special admixture with pine, can create mixed stands on post-agricultural lands. The seedlings were planted in loose planting space to limit the root contacts between trees and to delay the improvement cutting. The planting space for pine was about 3.4 m x 3.0 m (1000 number/ha) and 1.7 m x 3.0 m (2000 number/ha). Pine was also planted in-groups — 10 seedlings per one group, 1.7 m x 0.4 m (450 groups/ha, that is 4500 number/ha). Soil ploughing and loosening was mechanically done. Nine pine seedlings (0.5 m x 0.5 m) were planted per one group on handmade places (400 groups/ha, that is 3600 number/ha). Three years after pine planting deciduous species such as oak (*Quercus sessilis* Ehrh.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) were planted for the experiment with soil ploughing and loosening. According to the variant of experiment 1-2000 number/ha of oak or 2000 number/ha of sycamore were established. The method of early tree reduction was applied on the area with growing pine trees during canopy closure. The highest and thickest trees were left on the area. Number of left trees depended on the variant of the experiment, that is 1000, 2000, and 3000 number/ha. Improvement cutting shows tendency for pine tree distribution into groups of similar dimensions; what caused the stand more stables. The cuttings should be done as quickly as possible (about 5 years after planting) to avoid the damages caused by root rot. Thinning of pine stands (1000-3000 number/ha) did not influence on decrease of pine height increment, but the increase of diameter increment was found. Trees growing in the most loosen density were significantly thicker and created strongly, branched crowns. The created group structure of conifer species is conducive to damages of deciduous species fulfilling the space between groups caused by animals. This stand is similar to the structure of natural regeneration on the post-agriculture lands. Deciduous admixture species such as grey alder (*Alnus incana* L.), small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.), oak (*Quercus pendunculata* x *Q. sessilis* Ehrh.), planted in the gaps arisen after tree thinning, should be planted – as the investigation results showed — just after the treatment. Their development and long favourable influence on the site is possible at the moment. Low establishment of planted deciduous admixture species on poor site conditions is especially caused by the lack of water (soil permeability).

The best results of pine growing were attained after the traditional soil treatment — ploughing with soil loosening.

Birch was growing in the following planting space 2.5 m x 3.0 m. Black cherry was planted between rows, what prevented ground sod formation. The increase of soil pH, better C/N ratio (shows the processes of organic decomposition), increase of nitrogen, potassium, phosphorous, calcium and magnesium content and better base saturation found on the area with birch and cherry are the result of positive influence of leaves of these species on the improvement of decomposition processes.

(transl. D.D.)



## PIŚMIENNICTWO

- BERNADZKI E., KOWALSKI M. 1982: Sosna czy brzoza na gruntach porolnych. *Las Pol.*, 8: 16-17.
- BERNADZKI E., KOWALSKI M. 1983: Brzoza na gruntach porolnych. *Sylvan*, 12: 33-42.
- ERTELD W., KRÄUTER G. 1957: Untersuchungen über die Erkennbarkeit guter und schlechter Zuwachsträger bei der Kiefer. *Archiv für Forstwesen*, 5/6: 361-420.
- FEDOROV N. I. 1984: Kornevye gnili chvojnykh porod. *Les. Prom*, Moskva.
- FONDER W. 1993: Kierunki leśnego zagospodarowania gruntów porolnych i nieużytków przeznaczonych do zalesienia — plantacje drzew szybko rosnących. W: *Las, drewno, ekologia '93*. Poznań-Kórnik, 15-16 VI; 45-52.
- ILMURZYŃSKI E. 1961: Próba wyróżnienia i charakterystyki hodowlanej trzech form pokrojowych sosny pospolitej. *Pr. Inst. Bad. Leśn.*, 242: 3-184.
- OBMIŃSKI Z. 1970: *Zarys ekologii*. W: *Sosna zwyczajna (Pinus sylvestris L.)*. PWN, Warszawa-Poznań.
- ONIS'KIV N. I. 1986: Borba s kornevoj gubkoy v sosnovykh nasażdenjach. *Les. Choz.*, 1: 60-61.
- ROZWĄŁKA Z., FONDER W. 1996: Zalesienia gruntów porolnych w ujęciu historycznym. W: *Zwiększenie lesistości kraju na przykładzie RDLP Olsztyn*. Materiały z konferencji. Maszynopis, SITLIID.
- RYKOWSKI K. 1990: Problemy ochrony lasu na gruntach porolnych. *Sylvan*, 3-12: 75-88.
- RYNGAJŁŁO S. 1983: Uwagi do artykułu „Sosna czy brzoza na gruntach porolnych”. *Las Pol.*, 4: 32-33.
- SIEROTA Z. 1996: Zagrożenie drzewostanów na gruntach porolnych przez patogeny grzybowe. *Sylvan*, 12: 5-15.
- SMYKAŁA J. 1990: Historia, rozmiar i rozmieszczenie zalesień gruntów porolnych w Polsce w latach 1945-1987. *Sylvan*, 3-12: 1-7.
- SOBCZAK R. 1990: Teoretyczne i praktyczne aspekty zakładania upraw i prowadzenia drzewostanów na gruntach porolnych. *Sylvan*, 3-12: 61-74.
- SOBCZAK R., JAKUBOWSKI G. 1993: Badanie wzrostu sosny zwyczajnej w ekstremalnie rozrzedzonych uprawach na gruntach porolnych. W: *Las, drewno, ekologia '93*. Poznań-Kórnik, 15-16 VI; 55-61.
- STERNAK A. 1983: Ustalenie sposobów zalesiania oraz postępowania hodowlanego w drzewostanach na nieużytkach porolnych, ze szczególnym uwzględnieniem szkód powodowanych przez hubę korzeni. Maszynopis. *Inst. Bad. Leśn.*, Warszawa.
- ZAJĄCZKOWSKI J. 1994: Biogrupy drzew w drzewostanach — możliwości i celowość ich wykorzystania przy prowadzeniu trzebieży. *Pr. Inst. Bad. Leśn.*, Ser. A, 778: 5-38.
- ZAJĄCZKOWSKI K., ZAŁĘSKI A. 1993: Możliwości produkcyjne drzew szybko rosnących w plantacyjnej uprawie na gruntach porolnych. W: *Las, drewno, ekologia '93*. Poznań-Kórnik, 15-16 VI; 133-152.
- ZARZYCKI K. 1979: *Ekologia*. W: *Brzozy (Betula L.)*. PWN, Warszawa-Poznań.