

HENRYK KOCJAN

## Rozwój systemu korzeniowego gatunków domieszkowych w uprawie sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)

The Development of Root System in Admixture Species in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Culture

### Wstęp

**W** budowie morfologicznej drzewa wyróżniamy dwa podstawowe organy: korzeń i pęd. W skład pędu wchodzi pień z koroną i osadzonymi na niej pączkami, liśćmi, kwiatami i owocami. Wzrost i rozwój pnia, korony i systemu korzeniowego jest jednym z głównych zagadnień interesujących leśników i botaników zajmujących się morfogenezą roślin drzewiastych. Procesy wzrostowe, szczególnie pnia i korony drzewa, były niejednokrotnie przedmiotem badań.

Natomiast najmniej informacji dociera do leśników na temat wzrostu systemu korzeniowego u poszczególnych gatunków drzew i krzewów. Wyniki tej pracy mogą częściowo uzupełnić tę lukę i być przydatne przy projektowaniu nowo zakładanych upraw, szczególnie w warunkach ubogich siedlisk leśnych.

Korzeń i pęd są ściśle ze sobą powiązane i stanowią funkcjonalną całość. Korzenie odgrywają przede wszystkim rolę fizjologiczną — przez pobieranie z podłoża wody z rozpuszczonymi w niej solami mineralnymi oraz mechaniczną — wiążąc roślinę z podłożem. Korzeń główny oraz korzenie boczne tworzą system korzeniowy. Na ogół wyróżniamy trzy typy systemów korzeniowych: palowy - spotykany m.in. u takich gatunków jak: dąb, wiąz, lipa, sosna i modrzew, ukośny - charakterystyczny dla: jaworu, buka i jodły oraz poziomy — wykształcany przez świerk, osikę i brzozę. Poza tym istnieje wiele form przejściowych oraz modyfikacji spowodowanych lokalnymi warunkami siedliskowymi: np. na glebach świeżych olsza wykształca zwykle ukośny system korzeniowy, zaś na glebach silnie podmokłych — poziomy. Z pracy Matjuka [9] wynika, że pod względem siły rozwoju korzeni w uprawach mieszanych na pierwszym miejscu znajduje się dąb szypułkowy, na drugim — brzoza brodawkowata a w następnej kolejności modrzew

syberyjski, sosna zwyczajna i świerk pospolity. Ławrinenko i Djaczenko [8] stwierdzili korzystne oddziaływanie na siebie systemów korzeniowych w kulisowym zmieszaniu. To pozytywne oddziaływanie przebiegało z większym natężeniem na stykach kulis w porównaniu do ich środka. Badania Jakunina [3], Kozłowskiego [7] nad rozmieszczeniem i rozwojem korzeni chłonnych w drzewostanie sosnowym i brzożowym wykazały, że biomasa korzeni występujących na głębokości 50 cm o średnicy mniejszej niż 10 mm wyrażona w suchej masie w drzewostanie sosnowym wynosiła 5220 kg/ha a w brzożowym — 7830 kg/ha. Ponadto z cytowanych prac wynika, że ilość cienkich korzeni w glebie (o średnicy mniejszej od 1 mm) u sosny bardziej malała z głębokością niż korzeni brzozy. Z przytoczonej literatury wnioskować można, że badania dotyczą w większym stopniu zagadnień związanych z ogólnym rozwojem systemu korzeniowego u niektórych gatunków niż jego rozmieszczeniem i wpływem ekologicznym (ryzogrfią) na sąsiedztwo innego gatunku. Wprowadzone gatunki domieszkowe mogą mieć znaczenie stymulujące albo inhibujące dla wytwarzania przez rośliny endogennych regulatorów wzrostu. Gatunki te są też powiązane zależnościami paratroficznymi. Jednak oddziaływanie allelopatyczne nadal pozostaje w badaniach nie wyjaśnione prawdopodobnie ze względu na ciągłe, zachodzące zmiany w siedlisku, przynajmniej na dziś trudne do uchwycenia [2, 10].

### **Cel i zakres pracy**

Celem pracy jest prześledzenie rozwoju i rozmieszczenia systemu korzeniowego niektórych gatunków domieszkowych w uprawie sosny zwyczajnej w warunkach siedliskowych boru suchego. Zakres pracy obejmuje pomiary związane ze wzrostem i rozmieszczeniem korzeni u następujących gatunków: modrzew europejski (*Larix europaea* DC.), dąb bezszypułkowy (*Quercus sessilis* Ehrh.), dąb czerwony (*Q. rubra* L.), brzoza brodawkowata (*Betula verrucosa* Ehrh.), czeremcha amerykańska (*Padus serotina* Borth.) i olsza szara (*Alnus incana* Mnch.) rosnących w uprawach sosnowych.

Uzyskanie informacji jak rozwijał się i jakim zasięgiem poziomym i pionowym charakteryzował się system korzeniowy analizowanych roślin, jako jeden z czynników ich wzajemnego oddziaływania w fitocenozach, może mieć istotne znaczenie przy projektowaniu upraw mieszanych.

### **Metodyka i lokalizacja**

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Wronki w trzyletniej, pięcioletniej i ośmioletniej uprawie mieszanej na dwóch powierzchniach doświadczalnych założonych na siedlisku boru suchego. Pierwsza powierzchnia założona została w 1975 r. w Leśnictwie Jasionna, w oddz. 282j, drugą powierzchnię założono w 1980 r. w Leśnictwie Mokrz, w oddz. 103a. Są to te same powierzchnie, z których wyniki dotyczące udatności, wzrostu sosny i zawartości niektórych makroelementów w igłach z gatunkami domieszkowymi, jak również wzrost gatunków domieszkowych, były podawane wcześniej [4, 5, 6]. W cytowanych pracach podano metodykę badań, scharakteryzowano stosunki klimatyczne, omówiono warunki glebowe, florystyczne i inne zastosowane zabiegi agrotechniczne. Celowe wydaje się jednak ogólne przypomnienie przyjętych obiektów doświadczenia. Mianowicie,

na powierzchni z 1975 r. o ogólnym obszarze 2,40 ha, w oddz. 282j na połowie tej pow. 1,20 ha posadzono:

- I. Samą sosnę zwyczajną (kontrola).
- II. Sosnę zwyczajną z modrzewiem europejskim, wprowadzoną jednostkowo.
- III. Sosnę zwyczajną z dębem bezszypułkowym, wprowadzoną grupowo (średnie grupy od 5 do 10 szt.).
- IV. Sosnę zwyczajną z olszą szarą, wprowadzoną jednostkowo.
- V. Sosnę zwyczajną z brzozą brodawkowatą, wprowadzoną grupowo (średnie grupy od 5 do 10 szt.).
- VI. Sosnę zwyczajną z czeremchą amerykańską, wprowadzoną jednostkowo.

Drugą połowę powierzchni (1,20 ha) z takim samym układem obiektów od VII do XII nawożono mineralnie, na której wysiano: saletrę amonową 34% N — 43 kg/ha, mączkę fosforytową 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 30 kg/ha i sól potasową 38-42% K<sub>2</sub>O — 50 kg/ha w czystym składniku oraz 2200 kg/ha węgla wapnia. Nawozy wysiano na całej powierzchni działek doświadczalnych w formie nawożenia startowego, po wyoraniu bruzd a przed ich spulchnieniem. Wszystkie obiekty założono w czterech powtórzeniach. Wielkość pojedynczej działki (o wymiarach 20 × 25 m) wynosiła 0,05 ha, na której ogółem wysadzono ok. 500 sadzonek. Udział gatunków domieszkowych wynosił 10% ogólnej liczby sadzonek.

Na powierzchni z 1980 r. o ogólnym obszarze 6,80 ha, w oddz. 103a posadzono:

- Przy 10% domieszce gatunków liściastych:
  - 1) sosnę zwyczajną (kontrola),
  - 2) sosnę zwyczajną z brzozą brodawkowatą, wprowadzoną rzędowo,
  - 3) sosnę zwyczajną z brzozą brodawkowatą, wprowadzoną drobnokępowo,
  - 4) sosnę zwyczajną z olszą szarą, wprowadzoną jednostkowo,
  - 5) sosnę zwyczajną z olszą szarą, wprowadzoną drobnokępowo,
  - 6) sosnę zwyczajną z dębem czerwonym, wprowadzoną jednostkowo,
  - 7) sosnę zwyczajną z dębem czerwonym, wprowadzoną rzędowo,
  - 8) sosnę zwyczajną z czeremchą amerykańską, wprowadzoną jednostkowo,
  - 9) sosnę zwyczajną z czeremchą amerykańską, wprowadzoną rzędowo.
- Przy 20% udziale gatunków liściastych obiekty (od dziesiątego do siedemnastego) były takie same, jak w przypadku domieszki 10%.

Powierzchnia podzielona została na 4 bloki po 17 działek w bloku o wymiarach 20 × 50 m, łącznie 68 poletek 10-arowych, założona w układzie bloków losowych. Ogólną charakterystykę użytego w doświadczeniu materiału sadzeniowego przedstawiono w tabeli 1. Pomiary biometryczne systemów korzeniowych analizowanych gatunków w uprawach sosnowych prowadzone były systematycznie w trzecim, piątym i ósmym roku ich istnienia. Do odślaniania korzeni typowane były zawsze po 3 przeciętne drzewka w każdym powtórzeniu wprowadzonego gatunku domieszkowego. Odślanianie prowadzono zawsze w III

TABELA 1  
Wartości cech materiału sadzeniowego gatunków domieszkowych

| Cechy                                     | Jedn.<br>miary | Modrzew<br>euro-<br>pejski | Dąb<br>bezszy-<br>pułkowy | Dąb<br>czerwony | Brzoza<br>brodaw-<br>kowata | Czeremcha<br>amery-<br>kańska | Olsza<br>szara |
|---|----------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|
| <b>Doświadczenie z 1975 r.</b>            |                |                            |                           |                 |                             |                               |                |
| Symbol produkcyjny                        |                | 2/0                        | 2/0                       | –               | 2/0                         | 1/0                           | 2/0            |
| Klasa jakości                             |                | I                          | I                         | –               | II                          | I                             | II             |
| Wysokość pędu nadziemnego<br>– średnia    | cm             | 28,0                       | 28,0                      | –               | 24,4                        | 23,5                          | 32,0           |
| Grubość pędu nadziemnego<br>– średnia     | mm             | 3,9                        | 5,4                       | –               | 5,2                         | 3,5                           | 5,4            |
| Długość systemu korzeniowego<br>– średnia | cm             | 22,2                       | 26,0                      | –               | 33,9                        | 30,0                          | 42,0           |
| Sucha masa siewki<br>– średnia            | mg             | 2913                       | 5728                      | –               | 3520                        | 2202                          | 3544           |
| <b>Doświadczenie z 1980 r.</b>            |                |                            |                           |                 |                             |                               |                |
| Symbol produkcyjny                        |                | –                          | –                         | 2/0             | 2/0                         | 2/0                           | 2/0            |
| Klasa jakości                             |                | –                          | –                         | II              | I                           | I                             | II             |
| Wysokość pędu nadziemnego<br>– średnia    | cm             | –                          | –                         | 13,5            | 43,1                        | 36,0                          | 47,2           |
| Grubość pędu nadziemnego<br>– średnia     | mm             | –                          | –                         | 4,0             | 5,1                         | 5,1                           | 7,0            |
| Długość systemu korzeniowego<br>– średnia | cm             | –                          | –                         | 29,9            | 39,9                        | 36,2                          | 38,2           |
| Sucha masa siewki<br>– średnia            | mg             | –                          | –                         | 6704            | 9010                        | 9465                          | 27050          |

dekadzie września. Przy rozkopywaniu i odslanianiu całego systemu korzeniowego, mimo ostrożności, miały miejsce pewne niedokładności związane przede wszystkim z wydostaniem każdego cienkiego korzonka. W pracy chodziło o to, aby odslonić każdy korzonek na całej jego długości. Niedokładności te absolutnie nie rzutowały na poprawność wyników, gdyż dodatkowym elementem sprzyjającym wydostaniu każdego korzonka było to, że gleba analizowanego doświadczenia pod względem granulometrycznym jest złożona z piasków luźnych [6]. Najczęściej korzonki te przerywały się, należało je łączyć. Takie postępowanie metodyczne można zaliczyć do błędów systematycznych. Po wydostaniu całego systemu korzeniowego analizowano następujące cechy: liczbę korzeni głównych i bocznych, sumaryczną długość i grubość korzeni bocznych (w odległości 2 cm od głównej osi), głębokość przenikania, liczbę brodawek na korzeniach olszy oraz obliczano powierzchnię gruntu zajęta przez dany system korzeniowy. Na podstawie pracy Böhma [1] ustalono klasy korzeni pod względem średnicy. Klasyfikacja ta jest subiektywna i w żadnym przypadku nie należy utożsamiać średnicy korzenia z pełnioną przez niego funkcją.



**TABELA 2**  
Charakterystyka systemu korzeniowego gatunków domieszkowych

| Badane cechy   | Modrzew europejski | Dąb czerwony | Dąb bezszypułkowy | Olsza szara | Brzoza brodawkowata | Czeremcha amerykańska |
|--|--------------------|--------------|-------------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| <b>w wieku 3 lat</b>   |                    |              |                   |             |                     |                       |
| Liczba korzeni głównych grubości od 5 do 10 mm (szt.) [1]                | 3,1                | 3,2          | 3,2               | 4,1         | 5,2                 | 5,1                   |
| Liczba korzeni bocznych grubości od 2 do 5 mm (szt.) [2]                 | 6,4                | 4,4          | 4,3               | 9,2         | 12,1                | 5,8                   |
| Średnia długość korzeni (cm) [3]   | 90,1               | 42,2         | 40,3              | 124,5       | 101,6               | 102,2                 |
| Średnia grubość korzeni (mm) [4]   | 3,8                | 4,1          | 2,9               | 5,4         | 10,1                | 4,1                   |
| Głębokość zalegania korzeni (cm) [5]                                     | 56,4               | 40,3         | 44,4              | 40,7        | 22,7                | 25,6                  |
| Liczba brodawek na korzeniach (szt.) [6]                                 | –                  | –            | –                 | 15-30       | –                   | –                     |
| Powierzchnia gruntu zajęta przez system korzeniowy (m <sup>2</sup> ) [7] | 0,28               | 0,24         | 0,22              | 9,81        | 4,42                | 4,18                  |
| -----  |                    |              |                   |             |                     |                       |
| <b>w wieku 5 lat</b>   |                    |              |                   |             |                     |                       |
| [1]  | 3,6                | 5,2          | 4,1               | 6,3         | 7,2                 | 6,1                   |
| [2]  | 7,1                | 5,2          | 5,1               | 7,3         | 15,2                | 4,7                   |
| [3]  | 110,4              | 52,3         | 45,7              | 184,6       | 178,1               | 126,2                 |
| [4]  | 5,1                | 5,1          | 5,1               | 6,2         | 9,9                 | 5,4                   |
| [5]  | 70,1               | 85,1         | 84,2              | 58,3        | 38,2                | 30,6                  |
| [6]  | –                  | –            | –                 | 24-40       | –                   | –                     |
| [7]  | 2,43               | 0,82         | 0,81              | 13,56       | 10,17               | 5,86                  |
| -----  |                    |              |                   |             |                     |                       |
| <b>w wieku 8 lat</b>   |                    |              |                   |             |                     |                       |
| [1]  | 4,1                | 4,1          | 4,4               | 10,1        | 10,6                | 6,8                   |
| [2]  | 8,0                | 6,1          | 6,3               | 7,8         | 16,1                | 8,8                   |
| [3]  | 126,1              | 58,7         | 56,4              | 226,2       | 190,8               | 138,1                 |
| [4]  | 5,6                | 5,4          | 5,5               | 8,1         | 10,4                | 6,7                   |
| [5]  | 80,4               | 108,5        | 115,3             | 61,7        | 42,1                | 55,8                  |
| [6]  | –                  | –            | –                 | 26-45       | –                   | –                     |
| [7]  | 4,67               | 1,28         | 1,14              | 16,10       | 15,61               | 6,82                  |

Dla wszystkich badanych cech obliczono średnią dla powtórzenia oraz średnią (arytmetyczną) dla każdej cechy z powtórzeń i dla każdego gatunku domieszkowego. Średnie te zamieszczono w tabeli 2.

## Wyniki i ich dyskusja

Zagadnienie wzrostu i rozmieszczenia systemu korzeniowego gatunków domieszkowych w uprawach sosnowych w warunkach ubogich siedlisk leśnych potraktowano jako materiał uzupełniający do całości problemu związanego z wprowadzaniem tych gatunków na tego typu siedliskach. Z pomiarów wynika, że analizowane korzenie różnych gatunków zaliczono do czterech klas, mianowicie: korzeni bardzo drobnych ( $<0,5$  mm), drobnych (0,5-2,0 mm), małych (2,0-5,0 mm) i średnich (5,0-10,0 mm). W warunkach boru suchego liczba korzeni w klasach niższych wyraźnie wzrastała z wiekiem drzew i rozmieszczone one były głównie w powierzchniowej (próchnicznej) warstwie gleby, z wyjątkiem dębów. Z tabeli 2 wynika, że w różnym wieku upraw powierzchnia zajęta przez system korzeniowy drzew była zróżnicowana dla poszczególnych gatunków. W 8-letnich uprawach największym poziomym zasięgiem ( $16,10 \text{ m}^2$ ) charakteryzowały się korzenie olszy, na drugim miejscu znajdowały się korzenie brzozy ( $15,61 \text{ m}^2$ ) a najmniejszy zasięg powierzchniowy miały korzenie dębu bezszypułkowego ( $1,14 \text{ m}^2$ ). Korzenie dębu bezszypułkowego penetrowały glebę najgłębiej (115,3 cm). Z tabeli tej wynika, że w 8-letnich uprawach największą liczbą korzeni głównych charakteryzowały się brzoza i olsza a najmniejszą — modrzew. Najbardziej rozwlekły system tworzyły brzoza i olsza a wyjątkowo skąpy — obydwie dęby. Z analizy danych zawartych w tabeli 2 wynika również, że rozwój systemu korzeniowego u poszczególnych gatunków miał związek ze wzrostem pędu nadziemnego i wielkością aparatu asymilacyjnego. Można było przypuszczać, że wzrost dębów będzie wolniejszy. I tak też się stało. Najmniej liści posiadały właśnie dęby, a ich systemy korzeniowe były wyjątkowo małe i z wiekiem, jak wykazały przeprowadzone badania, zamierające. Praktycznie obydwie te gatunki przy życiu utrzymywały się dzięki paru drobnym korzonkom. Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że zadowalający wzrost systemu korzeniowego miał modrzew. Na podstawie dotychczasowych obserwacji można powiedzieć, że modrzew europejski może być wprowadzany do upraw sosnowych w warunkach Puszczy Noteckiej z wykorzystaniem mikrosiedliskowych warunków.

Zastosowane nawożenie mineralne na powierzchni z 1975 r. (oddz. 282j) nie miało istotnego wpływu na rozwój systemu korzeniowego u poszczególnych gatunków. Można by nawet mówić o tendencji skracania systemu korzeniowego na działkach nawożonych. Przy odsłanianiu korzeni u olszy zwrócono również uwagę na liczbę brodawek wytworzonych przez promieniowce z rzędu *Mycobacteria* — *Actinomyces alni* (Peclo) Krass.. Liczbę brodawek korzeniowych określono w stosunku do jednego drzewka. Z obserwacji wynika, że najwięcej miały je drzewka w pięcioletniej uprawie. W ósmym roku istnienia uprawy zanotowano ich regres. Zagadnieniu temu należy poświęcić więcej uwagi, gdyż olsza jako gatunek biomelioracyjny powinna być wszechstronnie poznana.

## Wnioski

- W warunkach ubogich i zdegradowanych siedlisk leśnych wprowadzanie do upraw sosnowych gatunków domieszkowych pełniących rolę biocenotyczną w większym udziale niż to czyniono dotychczas może być jedną z metod melioracji biologicznej tych siedlisk.
- Z analizowanych gatunków domieszkowych największe i najbardziej rozwinięte systemy korzeniowe miały olsza i brzoza. Ten znaczny wzrost systemu korzeniowego przypuszczalnie miał również korzystny wpływ na wzrost sosny [4, 5, 6].
- Najmniejsze systemy korzeniowe posiadały dęby, co uwidoczniło się u nich również rachitycznym wzrostem pędu nadziemnego.
- Nie zaobserwowano większego wzrostu systemu korzeniowego u gatunków domieszkowych na działkach nawożonych mineralnie.

Z Katedry Hodowli Lasu Akademii Rolniczej w Poznaniu

## Literatura

1. **Böhm W.:** Metody badania systemów korzeniowych. PWRiL, Warszawa, 1985.
2. **Fisher R. F.:** Possible allelopathic effects of reindeer — moss (*Cladonia*) on jack and white spruce. For. Sci. 1975, t. 25, nr2.
3. **Jakunin A. A.:** Razwitiu kornewych sistem derewew pri raznoi wlaźnosti poczwy. Lesnoje chozjaistwo. 1970, nr7.
4. **Kocjan H.:** Wpływ gatunków domieszkowych na wykształcenie się pączka wierzchołkowego, liczbę i rozwój pączków bocznych na pędzie głównym sosny (*Pinus sylvestris* L.) w warunkach boru suchego. Folia Forestalia Polonica, Seria A, 1986, z. 28.
5. **Kocjan H.:** Wpływ gatunków domieszkowych na wzrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w 10-letniej uprawie. PTPN., Pr. Komis. Nauk Rol. i Leś. 1993, t. 76.
6. **Kocjan H.:** Wpływ gatunków domieszkowych na zawartość niektórych makroelementów w igłach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). PTPN., Pr. Komis. Nauk Rol. i Leś. 1994, t. 78.
7. **Kozłowski T. T.:** Fordeling og vekst av rotteri *Pinus resinosa* og *Betula papyrifera* bestand. Medd. Norske Skogf. 1977, t. 33, nr 10.
8. **Ławrinenko D. D., Djaczenko Ja. Ja.:** Ispolzowanie danych o kornena — selennosti w smezannyh kulisnyh kulturach dlja suźdenija o wzaimodeistwii drowesnyh porod. Lesnoj Żurnał. 1970, nr 6.
9. **Matjuk I. S.:** Razwitiu kornewych sistem drowesnyh porod w smezannyh nasazdenijach w zawisimosti ot stroenija poczwogrunta. Lesnoj Żurnał. 1961, nr 1.
10. **Stowe L. G.:** Allelopathy and its influence on the distribution of plants in an Illinois oldfield. J. Ecol. 1979, t. 67, nr 3.

## Summary

### The development of root system in admixture species in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) culture

In the experiment established on the area of the Regional Directorate of State Forests at Piła, in the Wronki Forest District, in the dry coniferous forest site conditions there was the development of root system investigated in admixture species: European larch (*Larix europaea* DC.), sessile oak (*Quercus sessilis* Ehrh.), red oak (*Q. rubra* L.), grey alder (*Alnus incana* Mch.), common birch (*Betula verrucosa* Ehrh.) and American bird cherry (*Padus serotina* Borth.) in a culture of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.).

The research was carried out on two plots established in the years 1975 and 1980. On those plots observations were carried out the third, fifth, and eighth life year of the cultures, when they reached the same age.

The collected data are presented in the table 2.

It was found, that alder and birch were characteristic for their root system spread out most widely. Oaks (sessile and red ones) got the least root systems (even dying). A mineral fertilization applied has not got an important impact on the growth and development of root systems in individual admixture species.