

**Roman Rolbiecki, Stanisław Rolbiecki, Andrzej Klimek,
Dorota Hilszczańska**

**WPŁYW MIKRONAWODNIEN
I NAWOŻENIA ORGANICZNEGO
NA PRODUKCJĘ JEDNOROCZNYCH SADZONEK
SOSNY ZWYCZAJNEJ (*Pinus sylvestris* L.)
NA GRUNCIE POROLNYM
OBIEKTU KRUSZYN KRAJEŃSKI
Z UDZIAŁEM ZABIEGU ZOOMELIORACJI
(BADANIA WSTĘPNE)**

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu mikronawodnień (mikrozraszania i nawadniania kropłowego) oraz nawożenia organicznego (kompost wyprodukowany na bazie higienizowanych osadów ściekowych) na cechy siły wzrostu i stopień mikoryzacji sadzonek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) produkowanych z udziałem zabiegu zoomelioracji na gruncie porolnym. Ścisłe dwuletnie (2003–2004) badania polowe przeprowadzono na polu doświadczalnym Katedry Melioracji i Agrometeorologii w Kruszyne Krajeńskim pod Bydgoszczą. Badania przeprowadzono na luźnej glebie piaszczystej zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej. Była to czarna ziemia zdegradowana, wytworzona z piasku słabogliniastego na płytko zalegającym piasku luźnym. Czynnikiem pierwszego rzędu było nawadnianie zastosowane w trzech wariantach wodnych: bez nawadniania (kontrola), nawadnianie kropłowe, mikrozraszanie. Czynnikiem drugiego rzędu stanowiło nawożenie, zastosowane w dwóch wariantach: nawożenie mineralne (standard stosowany w szkółkach) oraz nawożenie organiczne.

Nawadnianie istotnie zwiększyło wysokość i średnicę siewek sosny. Nie stwierdzono istotnych różnic w rozpatrywanych cechach

wzrostu pomiędzy badanymi systemami nawodnieniowymi. Nawożenie siewek sosny kompostem istotnie zwiększyło wysokość siewek. Wystąpiło współdziałanie nawadniania i nawożenia organicznego w kształtowaniu wysokości i średnicy siewek sosny. Uprawiane na kompoście – w warunkach nawodnień – siewki sosny cechowały się bowiem większą wysokością i średnicą. Czynniki doświadczenia różnicowały liczebność mikoryz u siewek sosny. Największą średnią liczebność mikoryz stwierdzono w wariancie z nawożeniem organicznym w warunkach nawadniania kropłowego. Łączne oddziaływanie nawożenia organicznego i mikrozaszrania pozytywnie wpłynęło na liczebność i liczbę gatunków *Oribatida*. W zgrupowaniach mechowców na stanowiskach kontrolnych dominowała *Oribatula tibialis*, natomiast na stanowiskach nawadnianych najliczniejszym mechowcem był *Tectocephus velatus*. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowane w doświadczeniu zabiegi melioracyjne mogą pozytywnie wpływać na produkcję sadzonek sosny zwyczajnej na gruncie porolnym.

Słowa kluczowe: sosna zwyczajna, grunt porolny, nawadnianie kropłowe, mikrozaszwanie, nawożenie organiczne, osady ściekowe, mikoryzy, zoomelioracja, *Acari*, *Oribatida*

WSTĘP

Unia Europejska łączy problematykę zalesień z rolnictwem i przywiązuje dużą wagę do zwiększania lesistości krajów członkowskich [Gorzela 1999]. W naszym kraju zgodnie z celami polityki ekologicznej, gospodarczej i społecznej dąży się do zwiększania zasobów leśnych, głównie przez zalesienia nieefektywnych gruntów rolnych [Koreleski 2003; Gawroński 2004]. Warunkiem powodzenia tego programu będzie przygotowanie odpowiedniego materiału szkółkarskiego, odpornego na działanie czynników szkodliwych, m.in. patogenicznych grzybów [Oszako, Rakowski 2000]. Szujecki [1996] jest zdania, że większość zalesień winna powstawać w systemie restytucji aktywnej, poprzedzonej wprowadzeniem materii organicznej o właściwościach retencyjnych oraz zabiegami fito- oraz zoomelioracyjnymi.

Zastosowanie szeroko pojętych zabiegów melioracyjnych i aktywna restytucja edafonu już w szkółkach może przyspieszyć proces odtwarzania ekosystemu leśnego na terenach porolnych. Może to być szczególnie istotne w przypadku szkółek zakładanych na glebach użytkowanych do tej pory rolniczo. Takie gleby pozbawione są właściwych dla rozwoju siewek, grzybowych symbiontów drzew. Brak tych grzybów odbija się niekorzystnie na wzroście siewek i na kondycji zdrowotnej późniejszych sadzonek.

Efekty produkcji szkółkarskiej związane są w głównej mierze z warunkami glebowymi. Siewki drzew powinny rosnać na glebach o korzystnych właściwościach fizyczno-biologicznych i zasobnych w składniki pokarmowe. Zastosowanie nawodnień umożliwia systematyczne uzupełnianie wody dawkami optymalnymi dla młodych roślin i ułatwia utrzymanie odpowiedniej wilgotności dla edafonu. Nawadnianie jest jednym z najważniejszych zabiegów melioracyjnych w szkółkach. Obecnie poszukuje się metod nawadniania bardziej energo- i wodooszczędnych, które jednocześnie mogłyby sprostać specyficznym wymaganiom produkcji szkółkarskiej [Jeznach, Pierzgałski 1996].

Materia organiczna jest składnikiem gleb decydującym o ich przydatności do produkcji szkółkarskiej [Niski 1992]. Warunkiem zachowania wysokiej produktywności gleb w szkółkach jest dostarczanie nawozów organicznych, np. w postaci kompostów. W niniejszym doświadczeniu zastosowano kompost wyprodukowany na bazie osadów ściekowych. Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych jest zasadne z ekologicznego punktu widzenia, gdyż jest to najprostszy i najtańszy sposób pozbycia się odpadów uciążliwych dla środowiska i ludzi [Siuta, Wasiak 2001].

Celem badań było określenie wpływu mikronawodnień (mikrozraszania, nawadniania kropłowego) i nawożenia organicznego na cechy siły wzrostu, stopień mikoryzacji sadzonek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) oraz na występowanie roztoczy (*Acari*) glebowych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Ścisłe dwuletnie (2003–2004) badania polowe przeprowadzono na polu doświadczalnym Katedry Melioracji i Agrometeorologii w Kruszynie Krajeńskim pod Bydgoszczą na luźnej glebie piaszczystej zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej. Była to czarna ziemia zdegradowana, wytworzona z piasku słabogliniastego na płytce zalegającym piasku luźnym.

Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w dwuczynnikowym układzie zależnym „split-plot”, w czterech replikacjach [Bruchwald 1997]. Pojedyncze poletko o powierzchni 4 m² obejmowało 4 rzędy roślin o długości 4 m. Łączna liczba poletek w doświadczeniu wynosiła 24 (3x2x4). Czynnikiem pierwszego rzędu było nawadnianie zastosowane w trzech następujących wariantach wodnych: O – bez nawadniania (kontrola), K – nawadnianie kropłowe, M – mikrozra-

szanie. Czynnikiem drugiego rzędu stanowiło nawożenie, zastosowane w dwóch wariantach: N₁ – nawożenie mineralne (standard stosowany w szkółkach leśnych), N₂ – nawożenie organiczne (kompost).

Do nawodnień kroplowych używano linii kroplującej „T-Tape” z emiterami kropel rozmieszczonymi co 20 cm. Do mikrozaszczania stosowano mikrozaszczacze „Hadar”. Terminy wykonywania nawodnień ustalano na podstawie „Wytycznych nawadniania szkółek leśnych na powierzchniach otwartych” [2002].

Nawóz organiczny, wyprodukowany na bazie osadów ściekowych (80%) i torfu wysokiego (20%), rozrzucono wczesną wiosną i przemieszano z wierzchnią warstwą gleby do głębokości 10 cm, przed założeniem ścisłych eksperymentów polowych w liczbie 100 t ha⁻¹. Zabieg zoomielioracji polegał na zmieszaniu wierzchniej warstwy gleby (2 cm) z materią organiczną pozyskaną ze zrębu na siedlisku boru świeżego. W substracie tym występowała bardzo liczna żywa mezofauna glebowa. Zabieg ten przeprowadzono bezpośrednio przed wysiewem nasion.

Pomiary biometryczne (cechy siły wzrostu) siewek sosny obejmowały wysokość siewek (cm) i średnicę pędu (mm).

Wycinki gleby do badań akarologicznych pobierano dwa razy w roku (w maju i październiku) z każdego poletka z 17 cm² x 3 cm głębokości w 3 powtórzeniach. Roztocze wypłaszano metodą Tullgre-na, a następnie konserwowano i preparowano. Do gatunku lub rodzaju oznaczono saprofagiczne mechowce (*Oribatida*), łącznie ze stadiami młodocianymi. Pozostałe roztocze oznaczono do rzędów. Przedmiotem analizy było 2408 *Acari*, w tym 736 *Oribatida*.

Wykonano też jesienną ocenę stopnia mikoryzacji sadzonek, tylko na obiektach nawadnianych, gdyż siewki z obiektów kontrolnych zaschły z powodu panujących niekorzystnych warunków meteorologicznych. Mikoryzy oceniano pod mikroskopem stereoskopowym przy powiększeniu 10–50x i klasyfikowane na podstawie kształtu, koloru, rozmiaru i zewnętrznych cech mufki grzybniowej [Agerer 1987–1997; Ingelby i in. 1990].

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, odpowiednio dla układu doświadczenia. Obliczenia statystyczne wykonano komputerowo, bazując na pakiecie ANW i ANS, wykorzystując test Fishera-Snedecora w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia oraz test Tukeya dla porównania otrzymanych różnic [Bruchwald 1997].

WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki klimatyczne i nawadnianie. Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji (IV–IX) kształtowała się w latach 2003–2004 na poziomie normy wieloletniej (tab. 1). Pierwszy rok badań charakteryzował się jednak wyższą temperaturą i znacznie niższymi od średnich z wielolecia opadami (59% normy). Drugi rok badań był chłodniejszy i bardziej wilgotny (86% normy). Zależnie od opadów kształtowały się sezonowe dawki nawodnieniowe. Sumaryczne dawki nawodnieniowe nawadniania kropłowego i mikrozaszrania różniły się o 90 mm w pierwszym roku badań oraz o 46 mm w drugim, wskazując na większe zużycie wody podczas mikrozaszrania. Większe ilości wody zastosowano w roku 2003 niż w roku 2004 (tab. 1).

Tabela 1. Warunki meteorologiczne oraz dawki nawodnieniowe w sezonie wegetacyjnym

Table 1. Meteorological data as well as irrigation water rates during the vegetation season

Lata badań	Opady (mm)	Temperatura (C°)	Dawki wody (mm)	
			K	M
2003	167	14,9	200	290
2004	245	13,4	141	187
2003–2004	206	14,1	170	238
1951–2000	284	14,1	–	–
Różnica	-78	0	–	–

Oddziaływanie mikronawodnień i nawożenia organicznego na wysokość i średnicę siewek sosny. Wschody siewek uprawianych na zaliczanym do VI klasy bonitacyjnej gruncie porolnym, w warunkach kontrolnych (bez nawadniania) były bardzo nierówne i sporadyczne. Siewki te były bardzo niskie, ponieważ ich wysokość – średnio w okresie badań – mieściła się w zakresie zaledwie 2,8–3,2 cm (tab. 2). Nawożenie organiczne w tych warunkach okazało się zabiegiem zupełnie nieefektywnym. Wysokość siewek na poletkach bez nawadniania, nawożonych kompostem (obiekty ON₂) była bowiem – średnio w okresie badań – nawet niższa o 0,4 cm od nienawożonych tym nawozem (obiekty ON₁).

Tabela 2. Wpływ nawadniania i nawożenia na wysokość (cm) i średnicę (mm) siewki sosny
Table 2. Influence of irrigation and fertilization on the Scot pine seedling height (cm) and diameter (mm)

Nawadnianie	Nawożenie	Lata badań				Średnio	
		2003		2004		wys. (cm)	Ø (mm)
		wys. (cm)	Ø (mm)	wys. (cm)	Ø (mm)		
O	N ₁	2,1	0,9	4,2	1,0	3,2	0,9
	N ₂	2,1	0,8	3,4	0,8	2,8	0,8
K	N ₁	11,6	1,7	7,4	1,5	9,5	1,6
	N ₂	12,5	1,9	8,6	1,3	10,5	1,6
M	N ₁	10,8	1,6	7,3	1,0	9,1	1,3
	N ₂	11,9	1,8	8,3	1,2	10,1	1,5
Wpływ nawadniania (I)							
O	–	2,1	0,8	3,8	0,9	3,0	0,8
K	–	12,0	1,8	8,0	1,4	10,0	1,6
M	–	11,3	1,7	7,8	1,1	9,6	1,4
Wpływ nawożenia (II)							
–	N ₁	8,2	1,4	6,3	1,2	7,3	1,3
–	N ₂	8,8	1,5	6,8	1,1	7,8	1,3
NIR _{0,05}	(I)	0,739	0,203	0,985	0,444	0,596	0,237
	(II)	0,386	0,078	r.n.	r.n.	0,428	r.n.
	(I) x (II)	0,840	0,212	r.n.	r.n.	0,812	0,250
	(II) x (I)	0,668	0,135	r.n.	r.n.	0,741	0,137

O, K, M – odpowiednio: bez nawadniania (poletka kontrolne), nawadnianie kropłowe i mikrozaszanie

O, K, M – without irrigation (control plots), drip-irrigated plots and microjet-sprinkled plots, respectively

N₁, N₂ – odpowiednio: bez nawożenia organicznego i z nawożeniem organicznym (kompostem)

N₁, N₂ – without organic fertilization and with organic fertilization (compost), respectively

Zastosowanie nawadniania umożliwiło pełne wschody siewek sosny i spowodowało wysoce istotny wzrost ich wysokości, mieszczącej się przeciętnie w zakresie 9,1–10,5 cm. Lepsze rezultaty (wysokość siewek od 10,8 do 12,5 cm) nawadnianie spowodowało w pierwszym roku badań, który cechował się niższymi opadami w okresie wegetacji. Różnice w wysokości siewek rosnących w warunkach stosowania nawadniania kropłowego bądź mikrozaszania były statystycznie nieistotne. Warto jednak odnotować, że zaznaczyła się tendencja do wyższych wartości tej cechy u siewek nawadnianych systemem kropłowym.

Wystąpiło istotne współdziałanie nawadniania i nawożenia organicznego w kształtowaniu wysokości siewek sosny. Nawadniane,

uprawiane na kompoście rośliny były bowiem – tak w przypadku nawadniania kropłowego, jak i mikrozaszania – wyższe w każdym roku badań oraz przeciętnie w całym okresie badawczym. Można zatem stwierdzić, że stosowanie kompostu wyprodukowanego z osadów ściekowych w szkółce sosny założonej na piaszczystym gruncie porolnym, jest efektywne i uzasadnione jedynie pod warunkiem prowadzenia nawadniania zabezpieczającego optymalne uwilgotnienie wierzchniej warstwy gleby w okresie wegetacji.

Nawadnianie wpływało w sposób udowodniony statystycznie na zwiększenie średnicy pędu siewki (tab. 2). Silniejsze oddziaływanie na tę cechę wzrostu występowało ze strony systemu kropłowego aniżeli mikrozaszania, jednak zaistniałe różnice – w każdym roku i średnio całym okresie badań – były statystycznie nieistotne.

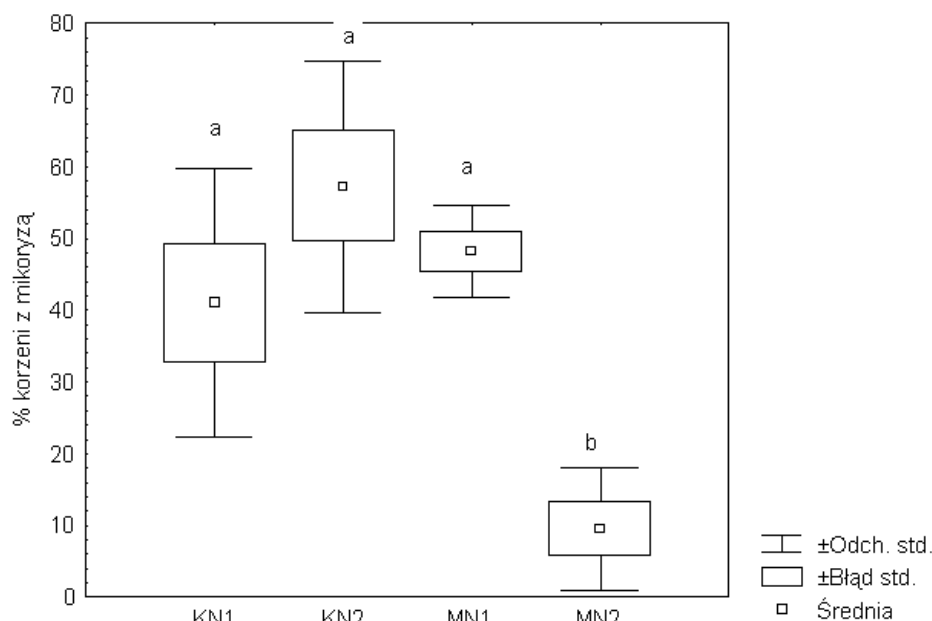
Zastosowanie nawożenia organicznego (kompostu) istotnie oddziaływało na zwiększenie średnicy siewki jedynie w pierwszym roku badań. W drugim roku prowadzenia doświadczenia i średnio w całym okresie wpływ tego zabiegu był nieistotny.

Stwierdzono statystycznie udowodnioną interakcję pomiędzy systemem nawadniania i nawożeniem organicznym w kształtowaniu średnicy siewek. Wspomniana cecha siły wzrostu siewek nawożonych kompostem wzrastała bowiem w każdym roku badań (a zatem i w całym okresie) na poletkach nawadnianych przy użyciu mikrozaszaczki (obiekty MN₂).

Stwierdzone w badaniach własnych pozytywne oddziaływanie ze strony mikronawodnień na wzrost siewek sosny uprawianej na gruncie porolnym znajduje potwierdzenie w wynikach wcześniejszych opracowań dotyczących zastosowania nawodnień deszczownianych w szkółkach leśnych [Babiński, Białkiewicz 1992; Hilszczańska 2002; Wytyczne... 2002]. W innych 2-letnich badaniach własnych, przeprowadzonych równolegle w warunkach szkółki leśnej Białe Błota k. Bydgoszczy [Rolbiecki i in. – w druku], zastosowanie mikronawodnień w produkcji jednorocznych sadzonek sosny okazało się jeszcze bardziej efektywne. Siewki sosny uprawiane na glebie leśnej – w porównaniu z odpowiednimi wynikami prezentowanymi w tej pracy – były bowiem wyższe i charakteryzowały się większą średnicą.

Oddziaływanie mikronawodnień i nawożenia organicznego na liczebność mikoryz u siewek sosny zwyczajnej. Czynniki doświadczenia różnicowały liczebność mikoryz u siewek sosny uprawianej na gruncie porolnym (rys. 1). Największą średnią liczebność mikoryz stwierdzono w wariacie z nawożeniem organicznym w wa-

runkach nawadniania kropłowego. Stwierdzono istotną różnicę w liczebności mikoryz pomiędzy nawadnianiem kropłowym a mikrozaszaniem. Różnica ta ujawniła się w przypadku siewek z obiektów mikrozaszanych i nawożonych nawozem organicznym.



Rysunek 1. Średnia liczebność mikoryz u siewek sosny zwyczajnej, rosnącej w różnych systemach nawadniania i nawożenia

Figure 1. Mean mycorrhiza number of Scot pine seedlings grown under different irrigation and fertilization systems

Oddziaływanie mikronawodnień i nawożenia organicznego na liczebność roztoczy. Organizmy glebowe decydują o procesach zachodzących w glebie i o jej żyzności [Górny 1975]. Istnieje więc potencjalna możliwość wykorzystywania edafonu do intensyfikacji procesów glebotwórczych. Rekonstrukcja fauny glebowej (zoomelioracja) może odbywać się w dwoma sposobami – przez polepszanie warunków życia i stymulację rodzimych populacji zwierząt glebowych oraz przez introdukcję nowych, pożądanych gatunków [Mazur, Tracz 1996].

Roztocze, a szczególnie mechowce, licznie występują w glebach borów sosnowych – od 100 do 200 tys. osobn. m⁻² [Klimek 2000], a w szkółkach leśnych są znacznie mniej liczne [Rolbieki i in. – w druku]. Zagęszczenie roztoczy na poletkach w badanych wariantach doświadczenia wahało się od 3,51 do 7,27 tys. osobn. m⁻² (tab. 3). W przypadku ogólnej liczebności roztoczy, przeprowadzone badania wskazują, na rysującą się tendencję wzrostu liczebności tych stawonogów pod wpływem nawożenia organicznego. Na większości stanowisk najliczniejszymi roztoczami były *Actinedida*. Jedynie na nawożonym organicznie i mikrozaszonym poletku MN₂ zostały zdominowane przez saprofagiczne mechowce. Różnice w średniej liczebności *Oribatida* między poletkami ON₁ a MN₂ były istotne statystycznie, co wskazuje na wyraźny pozytywny wpływ na te roztocza, łącznego oddziaływania nawożenia organicznego i mikrozaszania.

Tabela 3. Zagęszczenie roztoczy (N w tys. osobn. · m⁻²) oraz liczba gatunków (S), średnia liczba gatunków w próbie (s) i wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona (H) dla zgrupowań *Oribatida* w różnych systemach nawadniania i nawożenia

Table 3. Abundance (N in 1000 individuals · m⁻²) of mites, number of *Oribatida* species (S), average number of species (s) and Shannon index (H) under different irrigation and fertilization systems

Wskaźnik – grupa roztoczy Index – group of mites	Powierzchnia – Plot					
	ON ₁	ON ₂	KN ₁	KN ₂	MN ₁	MN ₂
$N - Acari$	4,14	9,38	4,52	5,84	3,51	7,27
$N - Actinedida$	1,83	2,53	1,40	1,43	1,71	2,43
$N - Gamasida$	0,78	1,96	1,83	2,46	0,95	1,71
$N - Oribatida$	0,53	2,11	1,00	1,51	0,78	2,63*
$S - Oribatida$	6	10	10	11	9	13
$s - Oribatida$	0,58	2,13	1,00	1,13	0,92	1,58*
$H - Oribatida$	1,29	2,15	2,05	1,54	1,89	1,58

* istotność różnic między stanowiskiem ON₁ a pozostałymi stanowiskami, $p = 0,05$ – significant between plot ON₁ and a certain plot at $p = 0.05$

Na badanym terenie stwierdzono występowanie 20 gatunków *Oribatida*. Najniższą liczbę gatunków (6) odnotowano na stanowisku ON₁, najwyższą natomiast na MN₂ – 13. Różnice w średniej liczbie gatunków pomiędzy tymi stanowiskami były istotne statystycznie. Wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona na badanym terenie wahał się w granicach od 1,29 na stanowisku ON₁ do 2,15 na powierzchni ON₂.

W zgrupowaniach mechowców na stanowiskach kontrolnych dominowała *Oribatula tibialis* (Nicolet), natomiast na stanowiskach nawadnianych najliczniejszym mechowcem był *Tectocephus velatus* (Michael). Obydwa gatunki są zaliczane do eurytopowych, ale również cechuje je preferencja do gleb leśnych, szczególnie borów sosnowych [Klimek 1999, 2000]. Ważne miejsca w hierarchii dominacji *Oribatida* zajmowały też takie gatunki, jak: *Chamobates cuspidatiformis* (Trägårdh), *Oppiella minus* (Paoli), *Oppiella nova* (Oudemans) i *Parachipteria willmanni* Hammen.

WNIOSKI

1. Nawadnianie istotnie zwiększyło wysokość i średnicę siewek sosny zwyczajnej. Nie stwierdzono istotnych różnic w rozpatrywanych cechach wzrostu pomiędzy nawadnianiem kropłowym a mikrozaszaniem. Nawożenie siewek sosny kompostem wyprodukowanym na bazie osadów ściekowych z domieszką torfu istotnie zwiększyło ich wysokość tylko w warunkach nawadniania. Wystąpiło współdziałanie nawadniania i nawożenia organicznego w kształtowaniu wysokości i średnicy siewek sosny.

2. Czynniki doświadczenia różnicowały liczebność mikoryz u siewek sosny. Największą średnią liczebność mikoryz stwierdzono w wariancie z nawożeniem organicznym w warunkach nawadniania kropłowego.

3. Łączne oddziaływanie nawożenia organicznego i mikrozaszania pozytywnie wpłynęło na liczebność i liczbę gatunków *Oribatida*. W zgrupowaniach mechowców na stanowiskach kontrolnych dominowała *Oribatula tibialis*, natomiast na stanowiskach nawadnianych najliczniejszym mechowcem był *Tectocephus velatus*.

4. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowane w doświadczeniu zabiegi melioracyjne mogą pozytywnie wpływać na produkcję sadzonek sosny zwyczajnej na gruncie porolnym.

BIBLIOGRAFIA

- Agerer R. *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*. Einhorn Verlag, Schwabisch-Gmünd, 1987–1997.
- Babiński S., Białkiewicz F. *Deszczowanie szkótek [w] Szkółkarstwo leśne* (pr. zbior. pod red. R. Sobczaka), Wyd. Świat, 1992, rozdz. VIII, s. 130–191.

- Bruchwald A. *Statystyka matematyczna dla leśników*. Wyd. SGGW, Warszawa 1997, s. 1–255.
- Gawroński K. *Problematyka zalesiania gruntów marginalnych terenów górskich*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 2, Kraków 2004, s. 153–165.
- Gorzela A. red. *Zalesianie terenów porolnych*. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa, 1999, s. 1–174.
- Górny M. *Zoekologia gleb leśnych*. PWRiL, Warszawa, 1975, s. 1–311.
- Hilszczańska D. *Zmienność struktury ektomikoryz sosny zwyczajnej w warunkach zróżnicowanego deszczowania w szkółkach*. Sylwan, 12, Warszawa 2002, s. 61–68.
- Ingelby K., Mason P.A., Last F.T., Fleming L.V. *Identification of ectomycorrhizas*. ITE resarch publication no. 5, Institute of Terrestrial Ecology, London 1990: HMSO.
- Jeznach J., Pierzgałski E. *Przyrodnicze i techniczne trendy rozwoju mikronawodnień*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 438, Warszawa 1996, s. 175–182.
- Klimek A. *Tectocephus velatus* (Michael) (Acari, Oribatida) as an indicator of industrial air pollution in young Scots pine forests. *Soil Zoology in Central Europe*. Tajovský, K. & Pižl, V. (eds.), České Budějovice 1999, s. 143–148.
- Klimek A. *Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez wybrane zakłady przemysłowe na roztocze (Acari) glebowe młodników sosnowych, ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (Oribatida)*. Wyd. Uczeln. ATR w Bydgoszczy 2000, Rozprawy 99, s. 1–93.
- Koreleski K. *Ekologiczne, prawne i planistyczne problemy zalesień na obszarach wiejskich*. Inżynieria Rolnicza 3 (45), t. I, Warszawa 2003, s. 251–260.
- Mazur S., Tracz H. *O znaczeniu i sposobach zoo- i fitomelioracji zalesianych gruntów porolnych*. Post. Techn. Leśn. 60, Warszawa 1996, s. 26–31.
- Niski A. *Nawożenie organiczne*. W: *Szkółkarstwo leśne* (pr. zbior. pod red. R. Sobczaka), Wyd. Świat, rozdz. VIII, Warszawa 1992, s. 130–191.
- Oszako T., Rakowski K. *Przygotowanie materiału sadzeniowego z przeznaczeniem do zalesiania gruntów porolnych*. Sylwan, 4, Warszawa 2000, s. 147–150.
- Rolbiecki R., Rolbiecki S., Klimek A., Hilszczańska D. *Wpływ mikronawodnień i nawożenia organicznego na produkcję jednorocznych sadzonek sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) z udziałem zabiegu zoomelioracji*. *Badania wstępne*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. (w druku).
- Siuta J., Wasiak G. *Zasady wykorzystania osadów ściekowych na cele nieprzemysłowe*. Inżynieria Ekologiczna Nr 3, 2001, s. 13–42.
- Szujewski A. *Ekologiczne aspekty odtwarzania lasu na glebach porolnych*. Prace IBL ser. B, 27, Warszawa, 1996, s. 47–55.
- Wytyczne nawadniania szkółek leśnych na powierzchniach otwartych*. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa 2002, s. 1–63.

Dr inż. Roman Rolbiecki, Dr hab.inż. Stanisław Rolbieckii
 Katedra Melioracji i Agrometeorologii AR-T w Bydgoszczy,
 ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
 Tel. (+52)374 95 47, E-meil: rolbn@atr.bydgoszcz.pl

Dr hab. inż. Andrzej Klimek
Katedra Ekologii AR-T w Bydgoszczy,
ul. Ks. Kordeckiego 20, 85-224 Bydgoszcz
tel. (052) 3749409 e-mail: klimek@atr.bydgoszcz.pl

Dr inż. Dorota Hilszczańska
Zakład Fitopatologii Leśnej, IBL w Warszawie, Sękocin Las, Raszyn, e-mail:
D.Hilszczanska@ibles.waw.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Krzysztof Ostrowski*

Roman Rolbiecki, Stanisław Rolbiecki, Andrzej Klimek, Dorota Hilszczańska

**EFFECT OF MICROIRRIGATION AND ORGANIC FERTILIZATION
ON THE ONE-YEAR OLD SEEDLING PRODUCTION
OF SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.)
ON A POST-AGRICULTURAL GROUND AT KRUSZYN KRAJEŃSKI
WITH THE USE OF ZOO-MELIORATION (PRELIMINARY STUDY)**

SUMMARY

The aim of the study was to determine the influence of microirrigation (microjet sprinkling and drip irrigation) and organic fertilization (compost prepared on the base of sewage sludge) on a seedling vigour and a degree of mycorrhiza of one-year old Scot pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) produced on a post-agricultural ground with the use of zoo-melioration. Two-year (2003-2004) field experiments were carried out on an experimental field of Department of Land Reclamation and Agrometeorology in Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz. Investigations were conducted on a loose sandy soil belonging to VI quality class (degraded meadow black earth formed from coarse sandy soil on a shallow loose sandy soil). The first row factor was irrigation used in three treatments: without irrigation (control), drip irrigation, microjet sprinkling. The second row factor was fertilization, used in two variants: mineral fertilization (standard applied in forest nurseries), organic fertilization (compost).

Irrigation significantly increased the height and the diameter of Scot pine seedlings. There were no significant differences in the characters of the growth between the two irrigation systems. Fertilization of Scot pine seedlings with the com-

post increased significantly the height of seedlings. Interaction of irrigation with organic fertilization in shaping of Scot pine seedling height and diameter was occurred. Pine seedlings grown on fertilized with compost plots under irrigation conditions were characterized by larger height and diameter. Factors of experiments differentiated the micorrhiza number of pine seedlings. The highest mean micorrhiza number was detected in variant of organic fertilization under drip irrigation conditions. Joint effect of organic fertilization and microjet sprinkling positively influenced the number and the species number of *Oribatida*. Gatherings of *Oribatida* on control positions were characterized by dominance of *Oribatula tibialis*. Irrigation positions were characterized by the great number of *Tectocephus velatus*. Obtained results indicated that the amelioration measures used in the experiment can positively influence on the production of Scot pine seedlings on post-agricultural ground.

Key words: Scot pine, post-agricultural ground, drip irrigation, microjet sprinkling, organic fertilization, sewage sludge, mycorrhiza, zoo-melioration, *Acari*, *Oribatida*