

Stanisław Rolbiecki, Roman Rolbiecki, Andrzej Klimek

**PORÓWNANIE WPŁYWU
DESZCZOWANIA I MIKRONAWODNIEN
NA PRODUKCJĘ JEDNOROCZNYCH
SADZONEK BRZOZY BRODAWKOWATEJ
W WARUNKACH ZOOMELIORACJI**

Streszczenie

W pracy porównano wpływ trzech różnych systemów nawadniania (deszczowania, mikrozaszania i nawadniania kropłowego) na produkcję jednorocznych sadzonek brzozy brodawkowatej z udziałem zabiegu zoomelioracji, który polegał na wprowadzeniu do gleby szkółki żywego edafonu wraz z materią organiczną gleby leśnej. Ścisłe dwuletnie (2003–2004) badania polowe przeprowadzono w szkółce leśnej Nadleśnictwa Bydgoszcz w Białych Błotach na glebie rdzawej właściwej wytworzonej z piasku luźnego. Doświadczenie założono jako jednoczynnikowe, metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach.

Testowane systemy nawodnień ciśnieniowych zwiększyły w sposób udowodniony statystycznie wysokość i średnicę siewek brzozy. Uzyskane dzięki nawadnianiu zwiększenie wysokości siewek brzozy wynosiło od 76 do 100%, natomiast średnica siewek wzrastała wskutek nawodnień w granicach od 67 do 84%. Najniższe względne przyrosty badanych cech biometrycznych siewek stwierdzono w warunkach nawadniania kropłowego. Z drugiej jednak strony, ten system nawodnieniowy cechował się – w porównaniu z mikrozaszaniem i deszczowaniem – najbardziej oszczędnym zużyciem wody. Biorąc pod uwagę oba badane parametry siły wzrostu siewek, najkorzystniejszym okazało się mikrozaszanie. Ta metoda zapewniała jednocześnie nieco niższe – w porównaniu z deszczowaniem – sezonowe dawki nawodnieniowe.

Zabieg zoomelioracji, w połączeniu z mikronawodnieniami, wpłynął na wielokrotny wzrost liczebności i liczby gatunków saprofagicznych mechowców oraz ich dominację w zgrupowaniach roztoczy, co jest typowe dla gleb leśnych. Na stanowisku z udziałem tradycyjnych metod produkcji sadzonek (deszczowanie bez ściółkowania) w zgrupowaniu *Oribatida* wyraźnie dominował *Tectocepheus velatus*, na pozostałych stanowiskach najliczniejszym mechowcem była *Oribatula tibialis*.

Otrzymane w przeprowadzonym doświadczeniu wyniki wskazują, że mikronawodnienia (zwłaszcza mikrozaszanie) mogą być rozpatrywane jako alternatywa dla stosowanych w szkółkach leśnych deszczowni, a zastosowany zabieg zoomelioracji może pozytywnie wpłynąć na równowagę biologiczną gleb szkółek.

Słowa kluczowe: brzoza, deszczowanie, mikrozaszanie, nawadnianie kropłowe, zoomelioracje, *Acari*, *Oribatida*, szkółka leśna

WSTĘP

Jednym z najważniejszych zabiegów melioracyjnych w szkółkach leśnych jest nawadnianie. Najczęściej jest ono przeprowadzane przy użyciu dużych deszczowni. Chronią one produkcję przed skutkami suszy i umożliwiają utrzymanie w glebie optymalnych warunków wilgotnościowych, co wpływa istotnie na zwiększenie ilości i polepszenie jakości uzyskiwanego materiału sadzeniowego [Babiński, Białkiewicz 1992]. Deszczowanie jest także skutecznym sposobem ochrony siewek i sadzonek przed upałami oraz przymrozkami. Trzeba jednak zauważyć, że stosowane na szeroką skalę urządzenia deszczowniane – chociaż bardzo skuteczne i użyteczne w produkcji szkółkarskiej – bywają już niekiedy technologicznie przestarzałe, co wynika m.in. z tego, że często nie dają one możliwości stosowania nawożenia siecią nawadniającą (fertygacji), bądź zadawania pestycydów (chemigacji); dają one przy tym z reguły opad grubokroplisty i nie zawsze można nimi dokładnie dostosować normy (dawki) nawodnieniowe do zmieniających się w czasie potrzeb wodnych roślin w szkółce. Wobec tego poszukuje się obecnie metod nawadniania bardziej energo- i wodooszczędnych, które mogłyby sprostać specyficznym wymaganiom produkcji szkółkarskiej [Jeznach, Pierzgalski 1996; Wytyczne nawadniania ... 2002].

Organizmy glebowe decydują o procesach glebowych i żyzności gleby, dlatego ich introdukcję do gleby można traktować jako ważny zabieg melioracyjny. Aktywna restytucja fauny gleb (zoomelioracja) obejmuje czynności prowadzące do poprawy warunków funkcjonowania organizmów glebowych, w celu polepszenia krążenia materii

i korzystnego przebiegu procesów glebotwórczych [Mazur, Tracz 1996; Szujecki 1990]. Rekonstrukcja fauny glebowej może odbywać się dwoma sposobami – przez polepszanie warunków życia i stymulację rodzimych populacji zwierząt glebowych oraz przez introdukcję nowych, pożądanych gatunków. Zabieg ten proponuje się przy zalesianiu terenów porolnych. Naszym zdaniem wprowadzenie do gleb szkółek fauny glebowej, wśród której szczególne znaczenie mają saprofagi, może pozytywnie wpłynąć na równowagę biologiczną i większą efektywność produkcji szkółkarskiej, np. przez stymulację miko-ryzacji.

Celem badań było porównanie wpływu nawodnień ciśnieniowych (deszczowania, mikrozaszania i nawadniania kropłowego) na wybrane cechy siły wzrostu sadzonek brzozy brodawkowatej (*Betula verrucosa* Ehrh.) produkowanych z udziałem zabiegu zoomelioracji.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe dwuletnie (2003–2004) badania polowe przeprowadzono w szkółce leśnej Nadleśnictwa Bydgoszcz w Białych Błotach na glebie rdzawej właściwej wytworzonej z piasku luźnego.

Doświadczenie założono jako jednoczynnikowe, metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach [Bruchwald 1997]. Pojedyncze poletko o powierzchni 4 m² obejmowało 4 rzędy roślin o długości 4 m. Badanym czynnikiem, stanowiącym źródło zmienności, było nawadnianie, zastosowane w czterech następujących wariantach wodnych: O – bez nawadniania (kontrola), K – nawadnianie kropłowe, M – mikrozaszanie, D – deszczowanie. Nawożenie mineralne było jednolite na wszystkich poletkach.

Do nawodnień kropłowych używano linii kroplującej „T-tape” z emiterami kropel rozmieszczonymi co 20 cm. Do mikrozaszania stosowano mikrozaszaczce „Hadar”. Deszczowanie przeprowadzano przy użyciu zraszaczy „Storczyk”. Terminy wykonywania nawodnień ustalano na podstawie „Wytycznych nawadniania ...” [2002].

Zabieg zoomelioracji przeprowadzono na stanowiskach O, K i M; polegał on na wprowadzeniu do wierzchniej warstwy gleby (2 cm) materii organicznej pozyskanej z poziomu organicznego gleby zrębu na siedlisku boru świeżego. W substracie tym występowała liczna żywa mezofauna glebowa.

Pomiary biometryczne (cechy siły wzrostu) siewek brzozy 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 (*Acari*) wypłaszano metodą Tullgrena, a następnie konserwowano i preparowano. Do gatunku lub rodzaju oznaczono mechowce (*Oribatida*), łącznie ze stadiami młodocianymi. Pozostałe roztocze oznaczono do rzędów. Przedmiotem analizy było 1064 *Acari*, w tym 456 *Oribatida*.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, odpowiednio dla układu doświadczenia [Bruchwald 1997]. Obliczenia statystyczne wykonano komputerowo, bazując na pakiecie ANW i ANS, wykorzystując test Fishera-Snedecora, aby stwierdzić istotność działania badanego czynnika oraz test Tukey'a dla porównania otrzymanych różnic.

Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji (IV–IX) kształtowała się w latach 2003–2004 na poziomie normy wieloletniej i wyniosła 14,1°C (tab. 1). Pierwszy rok badań charakteryzował się jednak wyższą temperaturą (14,9°C) i znacznie niższymi od średnich z wielolecia opadami (167 mm, tj. 59% normy). Drugi rok badań był chłodniejszy (temperatura powietrza 13,4°C) i bardziej wilgotny (opady 245 mm, czyli 86%). Zależnie od opadów kształtowały się sezonowe dawki nawodnieniowe. Sumaryczne dawki nawodnieniowe wyniosły średnio 165 mm w nawadnianiu kropłowym, 240 mm w mikrozaszaniu i 270 mm w deszczowaniu. Większe ilości wody zastosowano w roku 2003 (210 mm dla nawadniania kropłowego, 310 mm dla mikrozaszania i 321 dla deszczowania), niż w roku 2004 (odpowiednio: 120 mm, 170 mm i 220 mm).

Tabela 1. Warunki meteorologiczne i dawki wody w sezonie wegetacyjnym (IV–IX)
Table 1. Meteorological data and water rates during the vegetation season (IV–IX)

Lata badań Studied years	Opady Rainfall (mm)	Temperatura Temperature (°C)	Dawki wody Water rates (mm)		
			K	M	D
2003	167	14,9	210	310	321
2004	245	13,4	120	170	220
2003-2004	206	14,1	165	240	270
1951-2000	284	14,1			
Różnica Difference	-78	0			

Objaśnienia: K – nawadnianie kropłowe, M – mikrozaszanie, D – deszczowanie
 Explanations: K – drip irrigation, M – micro-jet sprinkling, D – sprinkler irrigation

WYNIKI I DYSKUSJA

Nawadnianie istotnie zwiększyło wzrost siewek brzozy (tab. 2). Wysokość jednorocznych siewek nawadnianych wynosiła pod koniec sezonu wegetacyjnego 55,4 cm przy nawadnianiu kropłowym, 61,7 cm w mikrozaszaniu i 62,9 cm przy tradycyjnym deszczowaniu. Zwiększenie wysokości siewek wskutek nawadniania, w porównaniu do uprawianych bez tego zabiegu roślin kontrolnych, wyniosło odpowiednio dla danego systemu irygacyjnego 76%, 96% i 100%. Trzeba zaznaczyć, że najniższy wzrost wysokości siewek zapewniał system kropłowy, a najwyższy – deszczowanie. Stwierdzono istotne różnice w tym względzie pomiędzy nawadnianiem kropłowym a mikrozaszaniem bądź deszczowaniem. Wysokość siewek brzozy uprawianych w warunkach nawadniania deszczowanego nie różniła się natomiast istotnie od wysokości siewek nawadnianych przy użyciu mikrozaszaczki.

Testowane systemy nawadniające istotnie zwiększyły średnicę siewek brzozy z 3,98 mm do 6,66 mm (system kropłowy), 7,33 mm (mikrozaszanie) i 6,86 mm (deszczowanie). Siewki uprawiane w warunkach nawodnień charakteryzowały się zatem średnicą od 67% do 84% większą w porównaniu z wartościami tej cechy u roślin na poletkach kontrolnych. Warto jednocześnie zaznaczyć, że średnica siewek nawadnianych mikrozaszaczkami była istotnie większa od wielkości cechujących rośliny nawadniane systemem kropłowym, bądź deszczowanym.

Tabela 2. Wpływ nawadniania na wysokość i średnicę siewki brzozy (średnio w latach 2003–2004)

Table 2. Influence of irrigation on the verrucose birch seedling height and diameter (mean for 2003–2004)

Nawadnianie Irrigation	Wysokość siewki Seedling height		Średnica siewki Seedling diameter	
	(cm)	(%)	(mm)	(%)
O	31,46 a	100	3,98 a	100
K	55,40 b	176	6,66 b	167
M	61,67 c	196	7,33 c	184
D	62,86 c	200	6,86 b	172
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	2,968	-	0,470	-

Objaśnienia: O – obiekty kontrolne (bez nawadniania); K, M, D – jak w tab. 1

Explanations: O – control plots (without irrigation); K, M, D – see Table 1

Średnie w kolumnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (test Tukey'a)

Values in a column followed by a same letter do not differ significantly (Tukey test)

Biorąc pod uwagę zarówno wysokość, jak i średnicę siewek brzozy, trzeba odnotować, że najkorzystniej na kształtowanie się obu tych wskaźników wzrostu oddziaływało mikrozaszanie. Rozpatrując z kolei ilości wody, jakie zużyto do nawadniania siewek brzozy w testowanych systemach, wypada podkreślić, że najoszczędniejszym okazał się system nawodnień kropłowych (tab. 3). Ta metoda, w porównaniu do pozostałych dwóch (zwłaszcza deszczowania), wymagała mniejszych ilości wody do nawodnień. Z drugiej jednak strony, rozpatrywane wskaźniki wzrostu siewek (wysokość, średnica) były istotnie niższe przy tym systemie w porównaniu do mikrozaszania, co przemawia na korzyść tej drugiej metody.

Tabela 3. Porównanie zużycia wody w badanych systemach nawodnieniowych (%)
Table 3. Comparison of water consumption by irrigation systems under study (%)

Nawadnianie Irrigation	2003	2004	Średnio Mean
D	100	100	100
M	97	77	89
K	65	54	61

Objaśnienia: K, M, D – jak w tab. 1
 Explanations: K, M, D – see Table 1

Uzyskane, pozytywne wyniki mikrozaszania są zgodne z wcześniejszymi zaleceniami dotyczącymi deszczowania w szkółkach leśnych sformułowanymi przez Babińskiego i Białkiewicza [1992]. Wspomniani autorzy zwracają dużą uwagę na istotne znaczenie intensywności deszczowania (natężenia zraszania). Intensywność zraszania powinna być dostosowana z jednej strony do rodzaju i wieku sadzonek lub siewek, z drugiej natomiast – do stopnia przepuszczalności gleby. Najlepsze wyniki daje zraszanie o natężeniu $3-4 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, ponieważ wyklucza ono zarówno możliwość niszczenia struktury gleby i jej zaskorupiania, jak i zapobiega wypłukiwaniu nasion lub słabo jeszcze zakorzenionych siewek. Szczególnie istotne znaczenie ma natężenie zraszania w pierwszej fazie rozwoju siewek, tj. w okresie kiełkowania nasion i wytwarzania się systemów korzeniowych. Natężenie zraszania powinno być wówczas najmniejsze, co – zdaniem cytowanych autorów – można osiągnąć przy zastosowaniu dysz najmniejszej

średnicy i przy niższym ciśnieniu roboczym. Przeprowadzone doświadczenie własne wykazało, że warunki te mogą być całkowicie spełnione przez mikrozaszanie (w tym przypadku przeprowadzone przy użyciu mikrozaszaczki „Hadar”).

Ograniczone zasoby wód dyspozycyjnych w naszym kraju skłaniają wielu specjalistów do poszukiwań wodooszczędnych systemów nawodnieniowych, które spełniałyby wymagania stawiane im w szkółkach leśnych [Jeznach, Pierzgalski 1996; Wytyczne nawadniania ... 2002]. Cytowani autorzy widzą realną możliwość zastosowania mikronawodnień w nowoczesnej produkcji szkółkarskiej. Podają oni przykładowo, że w sytuacji niewystarczającej dla deszczowni ilości wody dyspozycyjnej w szkółce, decyzja o stosowaniu mikronawodnień przy użyciu mikrozaszaczki „Sumisansui” z dyszami o średnicy 0,3 mm może być właściwym rozwiązaniem. Pozytywne, łączne oddziaływanie mikronawodnień i nawożenia organicznego (kompostu) na wzrost siewek brzozy brodawkowatej zanotowano także w innym ścisłym, dwuczynnikowym doświadczeniu przeprowadzonym w szkółce leśnej Nadleśnictwa Bydgoszcz w Białych Błotach [St. Rolbiecki i in. 2005]. W cytowanych badaniach stwierdzono m.in. istotną interakcję (współdziałanie) nawadniania i nawożenia organicznego w kształtowaniu wysokości siewek brzozy. Nawożone kompostem rośliny rosnące w warunkach nawadniania były istotnie wyższe od tych siewek, które uprawiano w warunkach nawodnień, ale nawożonych wyłącznie – standardowo stosowanymi w produkcji szkółkarskiej – nawozami mineralnymi. Średnia w latach 2003–2004 wysokość jednorocznych siewek brzozy wynosiła 80,3 cm (nawadnianie kropłowe + kompost) bądź nawet 85,0 cm (mikrozaszanie + kompost). Widać zatem, że są to wartości przekraczające liczby podawane w tej pracy. Wystąpiła także – w cytowanym doświadczeniu – istotna interakcja nawadniania i nawożenia organicznego w kształtowaniu średnicy siewek. Nawożenie kompostem – w warunkach optymalnego uwilgotnienia gleby zapewnianego przez nawadnianie – zwiększało średnicę jednorocznych siewek brzozy. Wskaźnik ten kształtował się – średnio w dwuletnim okresie badawczym – na poziomie 9,1 mm (nawadnianie kropłowe + kompost) i 10,0 mm (mikrozaszanie + kompost). Korzystne efekty zastosowania mikronawodnień (w tym m.in. użycia mikrozaszaczki „Hadar”) – w połączeniu z nawożeniem kompostem uzyskiwanym na bazie higienizowanych osadów ściekowych – w produkcji sadzonek sosny na gruncie porolnym, stwierdzono również w jeszcze innych dwuletnich badaniach polowych, przeprowadzonych równole-

gle (2003–2004) w Kruszyńcu Krajeńskim koło Bydgoszczy [R. Rolbiecki i in. 2005a].

Wyniki otrzymane w doświadczeniu z porównaniem nawadniania deszczownianego, mikrozaszrania i nawadniania kropowego siewek brzozy brodawkowatej, znajdują także potwierdzenie w rezultatach uzyskanych w podobnych badaniach nad porównaniem tych samych trzech systemów nawodnieniowych w produkcji sadzonek sosny zwyczajnej w warunkach zoomelioracji [R. Rolbiecki i in. 2005b]. W cytowanym doświadczeniu nie stwierdzono jednak statystycznie udowodnionych różnic w badanych parametrach wzrostu siewek sosny pomiędzy poszczególnymi systemami nawadniania. Za rozpatrywaniem mikronawodnień jako alternatywy dla tradycyjnego deszczowania przemawiało jednak w tym przypadku mniejsze zużycie stosowanej do nawodnień wody.

Wprowadzenie edafonu do gleb szkółek winno w znacznej mierze poprawić warunki glebowe, które decydują o jakości produkcji szkółkarskiej. Dzięki zabiegowi zoomelioracji uzyskano pozytywne rezultaty na zalesianych terenach porolnych [Mazur, Tracz 1996], a w podobnym do niniejszego doświadczeniu z sosną odnotowano po ściółkowaniu wyraźny wzrost liczby gatunków mechowców i niewielki wzrost ich zagęszczenia [R. Rolbiecki i in. 2005b]. Górny [1975] za bardzo ważne przy zoomelioracji uważa zastosowanie nawadniania, które umożliwi rozwój istniejących i introdukcję nowych gatunków zwierząt glebowych.

W skład edafonu gleb leśnych wchodzi zróżnicowane gatunkowo i liczne grupy zwierząt, w których często dominują roztocze. Przeważnie około 70% roztoczy gleb leśnych stanowią mechowce [Klimek 2000]. Roztocze te generalnie są uznawane za saprofagi, jednak wiele z nich to też mikrofitofagi, wśród których dużą grupę stanowią mykofagi [Schneider i in. 2004]. Okazało się, że *Oribatida* mogą żerować na grzybach mikoryzowych [Schneider i in. 2005], a badania Setälä [1995] wskazują na pozytywny wpływ fauny glebowej na grzyby ektomikoryzowe i wzrost siewek brzozy oraz sosny. Żerująca na grzybach fauna może bowiem stymulować ich wzrost i przyczyniać się do rozprzestrzeniania grzybów, co może mieć szczególne znaczenie w szkółkach leśnych.

Zagęszczenie roztoczy w badanych wariantach doświadczenia wahało się od 5,84 do 7,73 tys. osobn. · m⁻² (tab. 4). Na stanowisku bez ściółkowania z deszczowaniem (D) wśród roztoczy wyraźnie dominowały *Actinedida*. Po zabiegu zoomelioracji odnotowano pięcio-

krotny wzrost liczebności mechowców i ich dominację w zgrupowaniach roztoczy. Zastosowanie ściółkowania w szkółce leśnej upodabnia więc strukturę zgrupowań akarofauny glebowej do układu charakterystycznego dla gleb leśnych. Mechowce w glebach borów sosnowych występują jednak wielokrotnie liczniej – 100–200 tys. osobn. · m⁻² [Klimek 2000], a w glebie pod drzewostanem brzozowym na gruncie porolnym stwierdzono od 59 do 80 tys. osobn. · m⁻² tych roztoczy [Klimek 2004].

Tabela 4. 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
Table 4. 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 systems

Wskaźnik – grupa roztoczy Index – group of mites	Warianty – Variants			
	O	K	M	D
N – <i>Acari</i>	5,84	6,67	7,73	6,45
N – <i>Acaridida</i>	0,18	–	0,03	–
N – <i>Actinedida</i>	2,06	2,06	3,24	3,79
N – <i>Gamasida</i>	0,65	0,53	0,40	0,10
N – <i>Tarsonemida</i>	0,13	0,13	0,20	1,78
N – <i>Oribatida</i>	2,83	3,96	3,86	0,78
S – <i>Oribatida</i>	9	14	13	3
s – <i>Oribatida</i>	1,58	1,88	2,50	0,67
H – <i>Oribatida</i>	1,49	1,43	1,71	0,76

Objaśnienia: O, K, M, D – jak w tab. 1 i tab. 2

Explanations: O, K, M, D – see Table 1 and Table 2

Na badanym terenie stwierdzono 17 gatunków mechowców. Zaledwie 3 gatunki tych stawonogów występowały na powierzchni D. Zabieg zoomelioracji wpłynął więc na kilkukrotny wzrost liczby gatunków *Oribatida*, szczególnie w wariantach z mikronawodnieniami. Najwyższą średnią liczbę gatunków w próbie s (2,5) i najwyższy wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona H (1,71) zanotowano w przypadku zastosowania mikrozaszrania. Wskaźniki te, a także zagęszczenie mechowców, były wyraźnie wyższe od stwierdzonych w prowadzonym równolegle doświadczeniu z udziałem sosny [R. Rolbiecki i in. 2005b]. Wydaje się, że szybszy wzrost siewek brzozy w porównaniu z sosną i wynikające z tego ocienienie gleby oraz opad liści korzystnie wpłynęły na udatność zabiegu zoomelioracji.

W zgrupowaniu *Oribatida* na stanowisku D wyraźnie dominował *Tectocephus velatus* (Michael) – 71%. Na pozostałych stanowiskach najliczniejszym mechowcem była *Oribatula tibialis* (Nicolet) – 36–56%. Cechą charakterystyczną obydwu gatunków jest ich eurytopowość, ale również cechuje je preferencja do gleb leśnych, szczególnie borów sosnowych [Klimek 1999; Klimek 2000]. Na badanym terenie ważne miejsca w hierarchii dominacji zajmowały też *Chamobates cuspidatiformis* (Trägårdh), *Galumna lanceata* Oudemans, *Metabelba pulverulenta* C.L. Koch, *Oppiella nova* (Oudemans) i *Schelorbates latipes* (C.L. Koch).

WNIOSKI

1. Testowane systemy nawodnień ciśnieniowych zwiększyły w sposób udowodniony statystycznie wysokość i średnicę siewek brzozy brodawkowej hodowanych w warunkach zoomelioracji. Uzyskane dzięki nawadnianiu zwiększenie wysokości siewek brzozy wynosiło od 76 do 100%, natomiast średnica siewek wzrastała wskutek nawodnień w granicach od 67 do 84%. Najniższe względne przyrosty badanych cech biometrycznych siewek stwierdzono w warunkach nawadniania kropłowego. Z drugiej jednak strony, ten system nawodnieniowy cechował się – w porównaniu z mikrozaszaniem i deszczowaniem – najbardziej oszczędnym zużyciem wody. Biorąc pod uwagę oba badane parametry siły wzrostu siewek, najkorzystniejszym okazało się mikrozaszanie. Ta metoda zapewniała jednocześnie nieco niższe – w porównaniu z deszczowaniem – sezonowe dawki nawodnieniowe.

2. Zastosowany w szkółce leśnej zabieg zoomelioracji, w połączeniu z mikronawodnieniami, wpłynął na wielokrotny wzrost liczebności i liczby gatunków saprofagicznych mechowców oraz ich dominację w zgrupowaniach roztoczy. Na stanowisku z udziałem tradycyjnych metod produkcji sadzonek (deszczowanie bez ściółkowania) w zgrupowaniu *Oribatida* wyraźnie dominował *Tectocephus velatus*, na pozostałych stanowiskach najliczniejszym mechowcem była *Oribatula tibialis*.

3. Otrzymane w przeprowadzonym doświadczeniu wyniki wskazują, że mikronawodnienia (zwłaszcza mikrozaszanie) mogą być rozpatrywane jako realna alternatywa dla stosowanych do tej pory w szkółkach leśnych na szeroką skalę dużych deszczowni, a zabiegi zoomelioracji mogą być skutecznie prowadzone już w szkółkach leśnych. Ściółkowanie, zwłaszcza w połączeniu z mikrozaszaniem,

może pozytywnie wpłynąć na równowagę biologiczną gleb i produkcję sadzonek, które winny zapewnić większą udatność upraw leśnych, szczególnie na gruntach porolnych oraz przyspieszyć proces restytucji ekosystemu leśnego.

Podziękowanie

Autorzy dziękują pracownikom Nadleśnictwa Bydgoszcz za umożliwienie przeprowadzenia badań i cenną pomoc w trakcie realizacji doświadczenia.

BIBLIOGRAFIA

- Babiński S., Białkiewicz F. *Deszczowanie szkólek* [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.
- Górny M. *Zoekologia gleb leśnych*. PWRiL, Warszawa 1975, s. 1–311.
- Jeznach J., Pierzgalski E. *Przyrodnicze i techniczne trendy rozwoju mikronawodnień*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 438, Warszawa 1996. s. 175–182.
- Klimek A. *Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez wybrane zakłady przemysłowe na roztocze (Acari) glebowe młodników sosnowych, ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (Oribatida)*. Wyd. Uczln. ATR, Rozprawy 99, Bydgoszcz 2000, s. 1–93.
- Klimek A. *Akarofauna (Acari) glebowa wybranych stref ekotonowych Borów Tucholskich*. W: Diagnostowanie stanu środowiska. Metody badawcze – prognozy (red. S. Borsuk). BTN, Bydgoszcz 2004, s. 84–93.
- Mazur S., Tracz H. *O znaczeniu i sposobach zoo- i fitomelioracji zalesianych gruntów porolnych*. Post. Techn. Leśn. 60, Warszawa 1996, s. 26–31.
- Rolbiecki R., Rolbiecki St., Klimek A., Hilszczańska D. *Wpływ mikronawodnień i nawożenia organicznego na produkcję jednorocznych sadzonek sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) na gruncie porolnym obiektu Kruszyn Krajeński z udziałem zabiegu zoomelioracji (Badania wstępne)*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 4/2005, Kraków 2005a, s. 131–143.
- Rolbiecki R., Rolbiecki St., Klimek A., Hilszczańska D. *Wstępne wyniki badań wpływu deszczowania i mikronawodnień na produkcję jednorocznych sadzonek sosny zwyczajnej w warunkach zoomelioracji*. Roczn. AR w Pozn. CCCLXV, Melior. Inż. Środ. 26, Poznań 2005b, s. 371–377.
- Rolbiecki St., Rolbiecki R., Klimek A. *Wpływ mikronawodnień i nawożenia organicznego na produkcję jednorocznych sadzonek brzozy brodawkowatej (Betula verrucosa Ehrh) z udziałem zabiegu zoomelioracji*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 506, Warszawa 2005, s. 345–353.
- Schneider K., Renker C., Scheu S., Maraun M. *Feeding biology of oribatid mites: a minireview*. Phytophaga, XIV, 2004, s. 247–256.
- Schneider K., Renker C., Maraun M. *Oribatid mite (Acari, Oribatida) feeding on ectomycorrhizal fungi*. Mycorrhiza 16, 2005, s. 67–72.
- Szujecki A., *Ekologiczne aspekty odtwarzania ekosystemów leśnych na gruntach porolnych*. Sylwan 3-12, Warszawa 1990, s. 23–39.

Setälä H. *Growth of birch and pine seedlings in relation to grazing by soil fauna on ectomycorrhizal fungi*. Ecology, Vol. 76, No. 6, 1995, s. 1844–1851.

Wytyczne nawadniania szkółek leśnych na powierzchniach otwartych. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa, 2002. s. 1–63.

dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, prof. ATR,
Katedra Melioracji i Agrometeorologii ATR w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85-856 Bydgoszcz
tel. 0523749552, e-mail: rolbs@atr.bydgoszcz.pl

dr inż. Roman Rolbiecki
Katedra Melioracji i Agrometeorologii ATR w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85-856 Bydgoszcz
tel. 0523749547, e-mail: rolbr@atr.bydgoszcz.pl

dr hab. inż. Andrzej Klimek, prof. ATR,
Zakład Agroturystyki i Kształtowania Krajobrazu ATR w Bydgoszczy
ul. Ks. Kordeckiego 20, 85-224 Bydgoszcz
tel. 0523749409, e-mail: klimek@atr.bydgoszcz.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Ryszard Kostuch*

Stanisław Rolbiecki, Roman Rolbiecki, Andrzej Klimek

COMPARISON OF THE INFLUENCE OF SPRINKLER IRRIGATION AND MICROIRRIGATION ON ONE-YEAR OLD SEEDLING PRODUCTION OF THE VERRUCOSE BIRCH UNDER ZOOMELIORATION CONDITIONS

SUMMARY

Effects of three different irrigation systems (sprinkler irrigation, micro-jet sprinkling and drip irrigation) on the one-year old verrucose birch production under conditions of zoomelioration, are compared in the paper. Zoomelioration measures consisted in introduction of living edaphon with organic matter of forest soil to the nursery soil. Two-year (2003-2004) field experiments were carried out in forest nursery at Białe Błota, Forest Inspectorate of Bydgoszcz. Investigations were conducted on a brown podzolic soil formed from loose sandy soil. Experiment was established as one-factorial trial in randomized block method with four replications.

Studied pressure irrigation systems significantly increased the height and diameter of verrucose birch seedlings grown under conditions of zoomelioration. Increased height of verrucose birch seedlings obtained thanks to irrigation ranged from 76 to 100%. Diameter of seedlings was increased by irrigation in the range 67 – 84%. The lowest relative increases of studied biometric features were found under drip irrigation. On the other hand, this irrigation system was characterized by the most economical of water use as compared to micro-jet sprinkling and sprinkler irrigation. Micro-jet sprinkling was the most advantageous in consideration of both the studied growing vigour features of seedlings. This irrigation method simultaneously secured slightly lower seasonal irrigation rates in comparison to sprinkler irrigation

Zoomelioration measures connected with microirrigation caused a manifold increase of concentration and the number of saprophagous oribatid mites as well as their domination in gatherings of mites, that is typical for forest soils. Gatherings of *Oribatida* on a plot with traditional methods of seedling production (sprinkler irrigation, without mulching) were characterized by domination of *Tectocepheus velatus*. *Oribatula tibialis* was the most numerous oribatid mite on all the other plots.

Results obtained in the experiment indicated that microirrigation (especially micro-jet sprinkling) can be recognized as an alternative way of watering in forest nurseries instead of sprinkler irrigation, and zoomelioration (amelioration with soil animals) can positively influence on biological balance of nursery soils.

Key words: verrucose birch, sprinkler irrigation, micro-jet sprinkling, drip irrigation, amelioration with soil animals, *Acari*, *Oribatida*, forest nursery