

*Stanisław Rolbiecki, Andrzej Klimek, Roman Rolbiecki, Maciej Kuss,  
Aleksandra Fórmaniak, Hanna Ryterska*

**WSTĘPNE BADANIA NAD ODDZIAŁYWANIEM  
WYBRANYCH ZABIEGÓW REWITALIZACYJNYCH  
NA WZROST DWULETNIICH SIEWEK SOSNY  
ZWYCZAJNEJ ORAZ WYSTĘPOWANIE ROZTOCZY  
(ACARI) GLEBOWYCH W SZKÓLCE LEŚNEJ  
BIELAWY W NADLEŚNICTWIE DOBRZEJEWICE**

***PRELIMINARY STUDY ON THE EFFECT OF CHOSEN  
REVITALIZATION MEASURES ON THE GROWTH  
PARAMETERS OF TWO-YEAR OLD SCOTS PINE  
SEEDLINGS AS WELL AS ON THE OCCURRENCE  
OF SOIL MITES (ACARI) IN THE FOREST NURSERY  
BIELAWY OF DOBRZEJEWICE FOREST INSPECTORATE***

**Streszczenie**

Celem niniejszych badań było określenie wpływu ściółkowania i nawożenia organicznego na cechy siły wzrostu dwuletnich siewek sosny oraz na występowanie roztoczy (*Acari*) glebowych w warunkach nawadniania. W pracy dokonano oceny udatności zaproponowanych zabiegów rewitalizacyjnych gleb szkółki za pomocą metody bioindykacyjnej. Organizmami wskaźnikowymi w tych badaniach były pospolite i bardzo liczne w glebach leśnych roztocze. Doświadczenie przeprowadzono w roku 2009 w szkółce leśnej Bielawy (Nadleśnictwo Dobrzejewice). Na badanej powierzchni dominował piasek słabo gliniasty (ps). Doświadczenie zostało założone metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (*split-plot*), w czterech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu było nawożenie organiczne, przeprowadzone przed wysiewem nasion (wiosną 2008 r.) w dwóch wariantach (kontrola – bez nawożenia organicznego; nawożenie organiczne kompostem wytworzonym z ekopróchnicy leśnej). Czynnikiem drugiego rzędu było ściółkowanie przeprowadzone po wschodach siewek (wrzesień 2008 r.)

w dwóch wariantach (kontrola – bez ściółkowania; ściółkowanie). Stwierdzono istotny wpływ obu zastosowanych czynników doświadczenia (nawożenia organicznego i ściółkowania) na rozpatrywane parametry wzrostu badanych dwulatek sosny. Większa średnica w szyi korzeniowej, wysokość oraz świeża masa części nadziemnych wystąpiła u siewek na poletkach, które nawożono kompostem i poddano zabiegowi ściółkowania. Czynnikiem dodatnio kształtującym ogólną liczebność roztoczy (w tym *Actinedida*, *Gamasida* i *Oribatida*) oraz różnorodność gatunkową mechowców było ściółkowanie.

**Słowa kluczowe:** szkółka leśna, rewitalizacja gleb, siewki sosny zwyczajnej, *Acari*, *Oribatida*

### Summary

*The purpose of the study was to determine the influence of mulching and organic fertilization on growth parameters of two-year old Scots pine seedlings as well as on the occurrence of soil mites (Acari) under conditions of irrigation. Fertility of proposed revitalization measures was conducted with the use of the bioindication method. In this investigation the indicator organisms were mites, common and very numerous in forest soils. The experiment was carried out in 2009 at forest nursery Bielawy (Forest Inspectorate Dobrzejewice). The slightly loamy sand was predominant on the studied area. Experiment was design as two-factorial trial (split-plot), replicated four times. The first row factor was organic fertilization used in the two treatments (main plots): without organic fertilization-control, organic fertilization with compost from forest cap - humus applied before sowing of Scots pine seeds (spring 2008). The second row factor was mulching used in the two treatments (subplots): without mulching - control, mulching with fresh cap-humus from habitat of fresh coniferous forest, which was applied after seedling emergence (September 2008). It was stated that the influence of both the two investigated factors (organic fertilization and mulching) on the growth indices of two-year old seedlings was significant. Seedlings cultivated on the plots fertilized with compost and mulched were characterized by the significantly increased diameter of seedling collar-root as well as by the increased seedling height and its fresh mass of above-ground parts. Mulching was the factor which positively influenced on the abundance of mites (including Actinedida, Gamasida and Oribatida) as well as the species diversity of oribatid mites.*

**Key words:** forest nursery, revitalization of soils, Scots pine seedlings, *Acari*, *Oribatida*

## WPROWADZENIE

Inwestycje komunikacyjne w Polsce, usytuowane bardzo często na terenach leśnych, stwarzają wyjątkową możliwość pozyskania i wykorzystania próchnicy nadkładowej do rewitalizacji gleb szkółek. Leśnicy z RDLP w Toruniu planują zastosowanie tej próchnicy na szerszą skalę w szkółkach leśnych. Spodziewać się można pozytywnego wpływu tego typu zabiegów na glebę, zwłaszcza na edafon. W literaturze brakuje jednak informacji na ten temat.

Rewitalizacja gleby i poprawa warunków produkcji szkółkarskiej może być osiągnięta na drodze wzbogacenia szkółki w materię organiczną poprzez nawożenie kompostami oraz ściółkowanie (mulczowanie), mające na celu, poza zmniejszeniem parowania wody i walką z chwastami, także zaszczepianie gleby edafonem leśnym. W szkółkarstwie za najlepszy sposób nawożenia organicznego uznaje się stosowanie kompostów. Z literatury [Szołtyk, Hilszczańska 2003] wiadomo, że wzbogacanie gleb szkółek ściółką leśną wpływa na wzrost mikoryzacji siewek dochodzący nawet do 80%. Wprowadzanie do gleb, np. na zalesionych terenach porolnych [Mazur, Tracz 1996], żywej fauny i stwarzanie dla niej odpowiednich warunków rozwoju jest określane mianem zoomelioracji [Szujec-ki 1990].

Stan biologiczny gleb determinuje efekty produkcji szkółkarskiej, co wynika z tego, że organizmy glebowe silnie oddziałują na żyzność gleby. W starszych szkółkach obserwuje się zmniejszenie różnorodności biologicznej edafonu, m.in. grzybów ektomikoryzowych [Aleksandrowicz-Trzczińska 2004]. Na ogół jest to związane z nadmierną alkalizacją gleby, nawożeniem, stosowaniem pestycydów i mechaniczną uprawą gleby. Występowanie organizmów glebowych jest często zależne od zawartości materii organicznej, której nieraz brakuje w szkółkach. Obecność tej materii w glebie jest więc warunkiem decydującym o dobrej produkcji szkółkarskiej [Szołtyk, Hilszczańska 2003].

Przeprowadzone przez autorów w latach 2003–2005 w szkółce leśnej Białe Błota (Nadleśnictwo Bydgoszcz) wcześniejsze doświadczenia uwzględniały jako jeden z czynników stosowanie nawozu organicznego (kompostu) wyprodukowanego na bazie higienizowanych osadów ściekowych (80%) i torfu wysokiego (20%) [Rolbiecki i in. 2005]. Natomiast w drugiej serii badań (2005–2007), w tej samej szkółce, stosowano dwa jeszcze inne warianty nawozu organicznego: kompost z osadów ściekowych z dodatkiem kory lub trocin [Rolbiecki i in. 2009a].

Hipoteza badawcza niniejszych badań zakłada, że zastosowanie wybranych zabiegów rewitalizacyjnych (nawożenia organicznego ektopróchnicą leśną oraz ściółkowania) w produkcji sadzonek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wpłynie korzystnie na ich wzrost oraz poprawi właściwości biologiczne i pokarmowe warstwy korzeniowej gleb szkółek leśnych. Może to w efekcie przyczynić się do opracowania racjonalnych, proekologicznych zasad rewitalizacji szkółek leśnych z szerokim wykorzystaniem ściółki pozyskiwanej z terenów leśnych przeznaczanych pod budowę szlaków komunikacyjnych.

Celem podjętych badań było zatem określenie wpływu ściółkowania i nawożenia organicznego na wybrane cechy siły wzrostu dwuletnich siewek sosny oraz na występowanie roztoczy (*Acari*) glebowych w warunkach nawadniania. Wstępne wyniki odnoszące się do wzrostu jednorocznych siewek sosny oraz stanu biologicznego gleby w pierwszym roku trwania doświadczenia w szkółce Bielawy (2008) opublikowano w poprzedniej pracy [Rolbiecki i in. 2009b].

W pracy dokonano oceny udatności zaproponowanych zabiegów rewitalizacyjnych gleb szkółki za pomocą metody bioindykacyjnej. Organizmami wskaźnikowymi w tych badaniach są pospolite i bardzo liczne w glebach leśnych roztocza, a szczególnie saprofagiczne mechowce (*Oribatida*). Wcześniej roztocze te okazały się dobrymi bioindykatorami, m.in. stopnia rozkładu i biologicznych właściwości próchnic leśnych [Seniczak 1979] oraz wielu oddziaływań antropogenicznych [Axelsson i in. 1973; Klimek 2000].

### OPIS DOŚWIADCZENIA I METODY BADAŃ

**Opis doświadczenia.** Doświadczenie przeprowadzono w roku 2009 w szkółce leśnej Bielawy (Nadleśnictwo Dobrzejewice, RDLP Toruń), na kwaterze VIII. Na badanej powierzchni dominował piasek słabo gliniasty (ps). Więcej szczegółowych danych dotyczących zasobności gleby podano we wcześniejszej pracy autorów [Rolbiecki i in. 2009b].

Badania przeprowadzono w uprawie sosny zwyczajnej, której siew wykonano wiosną 2008 r. Nasiona sosny wysiano w systemie pasowo 5-rzędowym: 1 pas o szerokości 1,6 m obejmował 5 rzędów sosny.

Cała powierzchnia doświadczenia była wyposażona w deszczownię stałą z poborem wody z ujęcia powierzchniowego. Więcej szczegółów o deszczowni podano we wcześniejszej pracy [Rolbiecki i in. 2009b]. W roku 2009 nie zaistniała konieczność nawadniania [Pierzgalski i in. 2002].

Doświadczenie zostało założone metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (*split-plot*), w czterech powtórzeniach (replikacjach). Czynnikiem pierwszego rzędu było nawożenie organiczne przeprowadzone przed wysiewem nasion (wiosną 2008 r.) w dwóch wariantach (kontrola – bez nawożenia; nawożenie). Na wybranych poletkach doświadczalnych zostało zastosowane nawożenie kompostem wytworzonym z próchnicy nadkładowej pochodzącej z dojrzałego drzewostanu z siedliska boru świeżego z terenów budowanej autostrady A1 w pobliżu Torunia. Próchnica nadkładowa została pozyskana jesienią 2007 r. i zeskładowana na kompostowisku przy szkółce. Następnie – z uwagi na występowanie w niej licznych nierozłożonych części drewna – została poddana rozdrobnieniu z wykorzystaniem rozdrabniacza pozostałości zrębowych i ułożona w przyzmy o szerokości podstawy ok. 3 m. Powstały w ten sposób kompost został wiosną 2008 r. równomiernie rozmieszczony na powierzchni wybranych (wylosowanych) poletek (kwater) i zmieszany z warstwą gleby do głębokości 10 cm za pomocą agregatu uprawowego.

Czynnikiem drugiego rzędu było ściółkowanie przeprowadzone po wschodach siewek (wrzesień 2008 r.) w dwóch wariantach (kontrola – bez ściółkowania; ściółkowanie). Ściółkowanie zostało przeprowadzone na wybranych (wylosowanych) stosownie do układu doświadczenia kwaterach (poletkach) świeżą próchnicą nadkładową pozyskaną z siedliska boru świeżego w dniu jej aplikacji

w szkółce. W substracie tym występowała liczna, żywa mezofauna glebowa. Zastosowano dawkę  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , rozkładając ektopróchnicę w miarę równą warstwą w poszczególnych międzyrzędziach siewek sosny stosownego pasa (taśmy), a następnie zmieszano ją z warstwą gleby do głębokości ok. 1–2 cm. Pojedyncze poletko doświadczenia miało wymiary 1,6 m (szerokość 1 pasa-taśmy) na 4 m (długość). Łącznie doświadczenie obejmowało 16 poletek (2 warianty I cz. x 2 warianty II cz. x 4 replikacje).

**Pomiary wzrostu roślin.** Wzrost dwuletnich siewek sosny określano w październiku 2009 r. Mierzono wysokość siewek (cm), średnicę w szyi korzeniowej (mm) oraz oznaczano świeżą masę części nadziemnych (g). Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując test Fishera-Snedecora w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia oraz test Tukey'a dla porównania otrzymanych różnic. Korzystano z pakietu ANALWAR-5.FR.

**Badania akarologiczne.** Próbkę gleby do badań akarologicznych w 2009 r. pobierano dwukrotnie: wiosną – w drugiej dekadzie czerwca oraz jesienią – pod koniec października. Ogółem z każdego wariantu doświadczenia pobrano 20 próbek gleby, każda z  $17 \text{ cm}^2$  do 3 cm głębokości. Próbkę poddano ekstrakcji przez 7 dni w aparatach Tullgrena. Uzyskane w trakcie ekstrakcji roztocze koserwowano w alkoholu etylowym i następnie preparowano.

Do gatunku lub rodzaju oznaczono mechowce, łącznie ze stadiami młodocianymi. Pozostałe roztocze oznaczono do rzędów. Przedmiotem analizy było 392 *Acari*, w tym 226 *Oribatida*. Zagęszczenie roztoczy  $N$  podano w przeliczeniu na  $1 \text{ m}^2$  gleby, różnorodność gatunkową mechowców określono za pomocą ogólnej liczby gatunków  $S$ , średniej liczby gatunków w próbce  $s$  oraz wskaźnika różnorodności gatunkowej Shannona  $H$ . Przed analizą statystyczną dane liczbowe poddano logarytmowaniu  $-\ln(x+1)$  [Berthet, Gerard 1965]. Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica – w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia wykorzystano test Fishera-Snedecora oraz test Tukey'a dla porównania otrzymanych różnic.

**Warunki klimatyczne.** Średnia w okresie wegetacji 2009 (IV–IX) temperatura powietrza wyniosła  $15,2 \text{ }^\circ\text{C}$  i była o  $0,9 \text{ }^\circ\text{C}$  wyższa od normy (tab. 1). Wyższe od wartości normalnych były także temperatury poszczególnych miesięcy okresu wegetacji za wyjątkiem maja i czerwca, w których zanotowano temperaturę niższą – odpowiednio – o  $0,4$  i  $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Najwyższa średnia miesięczna temperatura wystąpiła w lipcu i sierpniu ( $18,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ), co przewyższało normę o  $0,9$  i  $1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Suma opadów atmosferycznych dla okresu od 1 kwietnia do 30 września 2009 wyniosła  $320,9 \text{ mm}$ , co stanowiło 94% normy. Z rozpatrywanych sześciu miesięcy półrocza letniego, wyższe od normy opady zanotowano jedynie w maju ( $79,8 \text{ mm}$ , tj. 166% normy) i lipcu ( $115,1 \text{ mm}$  – 145%). Szczególnie ubogi w opady (praktycznie bezopadowy) był natomiast kwiecień, w którym spadło zaledwie  $0,5 \text{ mm}$  deszczu (2% normy); niskie opady wystąpiły także w sierpniu ( $28,3 \text{ mm}$  – 46%).

**Tabela 1.** Warunki meteorologiczne w Szkółce Leśnej Bielawy w sezonie wegetacyjnym roku 2009\*  
**Table 1.** Meteorological conditions at Bielawy Forest Nursery in the vegetation season of 2009

Miesiąc Month	Temperatura powietrza, T (°C) Air temperature, T (°C)				Opady atmosferyczne, P (mm) Rainfall, P (mm)			Usłonecznienie Insolation
	T śr. T <sub>mean</sub>	Odchylenie T śr. od normy Deviation of T <sub>mean</sub> from norm	T <sub>max</sub> T <sub>max</sub>	T <sub>min</sub> T <sub>min</sub>	Suma Total (mm)	% normy % of norm	Liczba dni z opadem No. of rainy days	Suma [godz.] Total [h]
III	3,0	0,3	13,1	-7,7	44,5	160	17	72,2
IV	10,5	2,9	26,2	-5,0	0,5	2	1	310,2
V	12,9	-0,4	26,0	-0,8	79,8	166	15	249,6
VI	15,3	-1,0	29,0	0,8	66,2	92	20	181,1
VII	18,9	0,9	31,7	8,5	115,1	145	21	251,1
VIII	18,9	1,1	30,3	5,8	28,3	46	10	295,2
IX	14,7	1,6	27,6	1,8	31,0	60,8	9	182,6
X	6,6	-1,7	20,3	-6,1	47,0	126	19	65,2
IV–IX	15,2	0,9	31,7	-5,0	320,9	94,4	76	1469,8
III–X	12,6	0,5	31,7	-7,7	412,4	101,8	112	1607,2

\* – na podstawie danych dla Torunia zawartych w Biuletynach Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, IMGW [2009]

## WYNIKI I DYSKUSJA

**Wzrost roślin.** Nawożenie organiczne próchnicą nadkładową istotnie zwiększyło wszystkie trzy analizowane parametry wzrostu dwuletnich siewek sosny – wysokość, średnicę i świeżą masę części nadziemnych (tab. 2).

Drugi z analizowanych czynników – ściółkowanie świeżą próchnicą nadkładową – również zwiększył istotnie mierzone parametry wzrostu – wysokość, średnicę i świeżą masę części nadziemnych siewek w drugim roku ich wegetacji (tab. 2).

We wstępnych badaniach – w pierwszym roku po wysiewie nasion – nie stwierdzono istotnego oddziaływania ze strony zastosowanych czynników doświadczenia (nawożenia organicznego i ściółkowania) na rozpatrywane parametry wzrostu badanych jednolatek sosny [Rolbiecki i in. 2009b]. Wyjaśnienia tego stanu doszukiwano się m.in. w tym, że w przeciwieństwie do poprzednich serii doświadczeń przeprowadzonych w szkółce leśnej Białe Błota (Nadleśnictwo Bydgoszcz), ściółkowanie wykonano tutaj dopiero na przełomie lata i jesieni – we wrześniu (2008). Zatem, tak późne zastosowanie ściółkowania nie mogło wywierać znaczącego wpływu na wzrost siewek jednorocznych przebiegający przecież ze zmienną dynamiką w całym okresie wegetacji, czyli głównie przed wykonaniem ściółkowania.

W przeprowadzonych w latach 2004–2005 badaniach porównawczych różnych systemów nawadniania w produkcji sadzonek sosny stwierdzono, że wysokość dwuletnich siewek nawadnianych wynosiła odpowiednio: 28,0 cm – gdy stosowano deszczowanie, 29,0 cm – przy mikrozaszaniu i 30,2 cm – przy nawadnianiu systemem kropłowym [Rolbiecki i in. 2007]. Trzeba zaznaczyć, że różnice w wysokości roślin nawadnianych poszczególnymi systemami były nieistotne, jednak warto zauważyć, że wyższe rośliny – z dwóch ostatnich wariantów doświadczenia (nawadniane linią kroplującą bądź mikrozaszaczami) – wzrastały na poletkach ściółkowanych próchnicą nadkładową pozyskaną z powierzchni zrębowej siedliska boru świeżego.

**Tabela 2.** Parametry dwuletnich siewek sosny w szkółce leśnej Bielawy w roku 2009  
**Table 2.** Parameters of two-year old Scots pine seedlings at Bielawy forest nursery in 2009

Wyszczególnienie Specification	Wysokość siewki Height of seedling (cm)	Średnica szyjki korzeniowej siewki Diameter of seedling collar-root (mm)	Świeża masa części nadziemnych Fresh mass of above-ground parts (g)
C	33,57	8,27	24,92
CS	37,87	9,52	28,70
K	35,97	9,10	26,35
KS	39,37	11,47	31,25
Wpływ nawożenia organicznego Influence of organic fertilization			
Bez nawożenia organicznego – kontrola Without organic fertilization – control	35,72	8,90	26,81
Nawożenie organiczne Organic fertilization	37,70	10,29	28,80
Wpływ ściółkowania ektopróchnicą Influence of mulching with ectohumus			
Bez ściółkowania Without mulching	34,77	8,69	25,64
Ściółkowanie ektopróchnicą Mulching with ectohumus	38,62	10,50	29,97
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	K	0,845	1,082
	S	1,438	0,556
	S x K	r.n./ns	0,786
	K x S	r.n./ns	1,209

Objaśnienia:

C – bez ściółkowania i bez nawożenia kompostem; CS – ze ściółkowaniem, ale bez nawożenia kompostem;

K – bez ściółkowania, ale z nawożeniem kompostem; KS – ze ściółkowaniem i z nawożeniem kompostem.

Istotne współdziałanie badanych czynników wystąpiło jedynie w kształtowaniu średnicy szyjki korzeniowej siewek (tab. 2). Siewki uprawiane na poletkach nawożonych organicznie i mulczowanych (KS) cechowały się – średnio dla czterech replikacji – średnicą 11,47 mm. Dla porównania, parametr ten u siewek z poletek kontrolnych (C – bez nawożenia i mulczowania) wynosił 8,27 mm.

**Występowanie roztoczy.** W dwuletniej uprawie sosny zagęszczenie roztoczy wahało się w granicach od 0,54 do 6,74 tys. osobn. · m<sup>-2</sup> (tab. 3) i na większości stanowisk było wyraźnie niższe w porównaniu z jesienią 2008 r. [Rolbiecki i in. 2009b]. Z analizy statystycznej wynika, iż czynnikiem, który pozytywnie kształtował występowanie tych stawonogów – w obu terminach badań – było ściółkowanie. W wariantach nieściółkowanych najliczniejszymi roztoczami były *Actinedida* (średnio 82% wszystkich roztoczy), natomiast tam gdzie wcześniej przeprowadzono ściółkowanie przeważnie w obydwu sezonach dominowały saprofagiczne mechowce (średnio 44%). Na większości stanowisk jesienią odnotowano wzrost liczebności *Oribatida* w porównaniu z wiosną, a różnice w zagęszczeniu pomiędzy powierzchniami ściółkowanymi a nieściółkowanymi były istotne statystycznie.

Na stanowiskach ściółkowanych stwierdzono od 3 do 9 gatunków tych roztoczy, a tam gdzie tego zabiegu nie wykonano występowało do 3 gatunków *Oribatida*. Na wszystkich stanowiskach średnia liczba gatunków *s* była wyższa jesienią niż wiosną. Pozytywny wpływ ściółkowania na różnorodność mechowców szczególnie widoczny jest jesienią – różnice w wartościach wskaźnika *s* między powierzchniami ściółkowanymi a nieściółkowanymi były istotne statystycznie. Z kolei wskaźnik ogólnej różnorodności gatunkowej Shannona dla tych roztoczy w analizowanych wariantach doświadczenia był zróżnicowany, a najwyższą wartość (1,68) uzyskał jesienią na stanowisku KS.

Z niniejszych badań oraz doświadczenia wcześniejszego [Rolbiecki i in. 2009b] wynika, że czynnikiem dodatnio kształtującym ogólną liczebność roztoczy (w tym *Actinedida*, *Gamasida* i *Oribatida*) oraz różnorodność gatunkową mechowców było ściółkowanie. Wydaje się jednak, że przeprowadzoną w uprawie sosny próbę rewitalizacji gleb należy uznać za umiarkowaną udaną, szczególnie w świetle podobnych badań w brzozie, gdzie zagęszczenie i różnorodność gatunkowa mechowców były odpowiednio ponad 2 i 3-krotnie większe [Rolbiecki i in. 2010a].

Pozytywny wpływ brzozy na zagęszczenie mechowców, w porównaniu z uprawą sosny był stwierdzony także w szkółce leśnej w Białych Błotach [Klimek i in. 2008, 2009]. Może on wynikać z warunków ekologicznych, jakie stwarza ta uprawa – większe i lepiej oceniające glebę siewki zapobiegają nadmiernemu przesuszaniu wierzchniej warstwy gleby, które może być bardzo szkodliwe dla fauny glebowej [Lindberg, Bengtsson 2005]. Ponadto brzoza już w pierwszym roku uprawy (jesienią) dostarcza znacznej ilości materii organicznej pod postacią opadłych liści, które tworzą dobre warunki troficzne dla saprofagów.

Reasumując, można stwierdzić, iż najprawdopodobniej stosunkowo niska liczebność i różnorodność gatunkowa mezofauny glebowej w dwuletniej uprawie sosny – tym samym umiarkowana udatność przeprowadzonej rewitalizacji



szkółki – wynika ze zbyt niskiej wilgotności gleby i braku nawadniania w 2009 r. Dla porównania znacznie większy wpływ ściółkowania na poprawę aktywności biologicznej gleb uzyskano w intensywnie nawadnianej uprawie sosny w szkółce leśnej [Rolbiecki i in. 2010b] oraz na gruncie porolnym w korzystnych warunkach pluwio-termicznych [Rolbiecki i in. 2009].

**Tabela 3.** Zagęszczenie roztoczy ( $N$  w tys. osobn.  $\cdot$   $m^{-2}$ ) oraz liczba gatunków ( $S$ ), średnia liczba gatunków w próbce ( $s$ ) i wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona ( $H$ ) dla zgrupowań mechowców w szkółce leśnej Bielawy

**Table 3.** Abundance ( $N$  in 1000 individuals  $\cdot$   $m^{-2}$ ) of mites, number of species ( $S$ ), average number of species ( $s$ ) and Shannon index ( $H$ ) for Oribatida gatherings at Bielawy forest nursery

Wskaźnik – grupa roztoczy Index – group of mites	Sezon Season	Wariant doświadczenia Experimental treatment				N (p)	S (p)	S×K (p)
		C	CS	K	KS			
$N - Acari$	w	0,54 <sup>a</sup>	3,19 <sup>b</sup>	1,57 <sup>a</sup>	5,24 <sup>b</sup>	ns	<0,001	ns
	j	2,29 <sup>a</sup>	6,74 <sup>ab</sup>	1,32 <sup>a</sup>	5,54 <sup>b</sup>	ns	0,004	ns
$N - Acaridida$	w	–	–	0,06 <sup>a</sup>	0,12 <sup>a</sup>	ns	ns	ns
	j	–	–	–	0,06	ns	ns	ns
$N - Actinedida$	w	0,48 <sup>a</sup>	2,29 <sup>b</sup>	1,26 <sup>a</sup>	2,05 <sup>b</sup>	ns	<0,001	ns
	j	2,17 <sup>ab</sup>	1,51 <sup>ab</sup>	0,84 <sup>ab</sup>	2,17 <sup>a</sup>	ns	ns	ns
$N - Gamasida$	w	0,06 <sup>a</sup>	0,66 <sup>b</sup>	–	2,17 <sup>c</sup>	ns	<0,001	ns
	j	0,06 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>	0,12 <sup>a</sup>	ns	ns	ns
$N - Tarsonemida$	w	–	–	–	0,06	ns	ns	ns
	j	–	0,06 <sup>a</sup>	–	0,06 <sup>a</sup>	ns	ns	ns
$N - Oribatida$	w	–	0,24 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>	2,41 <sup>b</sup>	0,004	0,003	ns
	j	0,06 <sup>a</sup>	4,52 <sup>b</sup>	0,24 <sup>a</sup>	3,13 <sup>b</sup>	ns	0,001	ns
$S - Oribatida$	w	0	3	3	8	–	–	–
	j	1	5	2	9	–	–	–
$s - Oribatida$	w	–	0,30 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	1,70 <sup>b</sup>	<0,001	0,001	0,041
	j	0,10 <sup>a</sup>	1,40 <sup>b</sup>	0,40 <sup>a</sup>	1,90 <sup>b</sup>	ns	<0,001	ns
$H - Oribatida$	w	–	1,04	1,04	1,30	–	–	–
	j	–	0,82	0,56	1,68	–	–	–

Objaśnienia: w – wiosna, j – jesień, N – efekt nawożenia organicznego, S – efekt ściółkowania, S×K – interakcja ściółkowania i nawożenia organicznego, <sup>a</sup> – te same litery oznaczają brak różnic istotnych statystycznie ( $p < 0,05$ ), pozostałe oznaczenia – jak pod tabelą 2.

## WNIOSKI

1. Nawożenie organiczne próchnicą nadkładową istotnie zwiększyło wszystkie trzy analizowane parametry wzrostu dwuletnich siewek sosny – wysokość, średnicę i świeżą masę części nadziemnych.

2. Drugi z analizowanych czynników – ściółkowanie świeżą próchnicą nadkładową – również zwiększył istotnie mierzone parametry wzrostu – wysokość, średnicę i świeżą masę części nadziemnych siewek w drugim roku ich wegetacji.

3. Istotne współdziałanie badanych czynników – nawożenia organicznego i ściółkowania – wystąpiło jedynie w kształtowaniu średnicy szyjki korzeniowej siewek. Siewki uprawiane na poletkach nawożonych organicznie i mulczowanych miały największą średnicę. Także dwa pozostałe parametry wzrostu siewek (wysokość i masa części nadziemnych) były najwyższe na poletkach nawożonych organicznie i ściółkowanych ektopróchnicą.

4. Czynnikiem dodatnio kształtującym ogólną liczebność roztoczy (w tym *Actinedida*, *Gamasida* i *Oribatida*) oraz różnorodność gatunkową mechowców było ściółkowanie.

## PODZIĘKOWANIA

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

## BIBLIOGRAFIA

- Aleksandrowicz-Trzczińska M. *Kolonizacja mikoryzowa i wzrost sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) w uprawie założonej z sadzonek w różnym stopniu zmikoryzowanych*. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 3, 2004, s. 5–15.
- Axelsson B., Lohm U., Lundkvist H., Persson T., Sköglund J., Wiren A. *Effects of nitrogen fertilisation on the abundance of soil fauna populations in a Scots pine stand*. Research Notes, Royal Coll. of Forestry, 14, 1973, s. 5–10.
- Berthet P., Gerard G.. *A statistical study of microdistribution of Oribatei (Acari) I. The distribution pattern*. Oikos 16, 1965, s. 214–227.
- Biuletyny Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, IMGW, 2009.
- Klimek A. *Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez wybrane zakłady przemysłowe na roztocze (Acari) glebowe młodników sosnowych, ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (Oribatida)*. Wyd. Uczln. ATR w Bydgoszczy, Rozprawy 99, 2000, s. 93.
- Klimek A., Rolbiecki St., Rolbiecki R., Hilszczańska D., Malczyk P. *Impact of chosen bare root nursery practices in Scots pine seedling quality and soil mites (Acari)*. Polish J. of Environ. Stud. Vol. 17, No. 2, 2008, s. 247–255.
- Klimek A., Rolbiecki St., Rolbiecki R., Malczyk P. *Impact of chosen bare root nursery practices on white birch seedling quality and soil mites (Acari)*. Polish J. of Environ. Stud. Vol. 18, No 6, 2009, s. 1013–1020.

- Lindberg N., Bengtsson J. 2005. Population responses of oribatid mites and collembolans after drought. *Applied Soil Ecology* 28: 163–174.
- Mazur S., Tracz H. *O znaczeniu i sposobach zoo- i fitomelioracji zalesianych gruntów porolnych*. Post. Techn. Leśn. 60, Warszawa, 1996, s. 26–31.
- Pierzgalski E., Tyszka J., Boczoń A., Wiśniewski S., Jeznach J., Żakowicz S. *Wytyczne nawadniania szkółek leśnych na powierzchniach otwartych*. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa 2002, s. 1–63.
- Rolbiecki R., Rolbiecki St., Klimek A., Hilszczańska D. *Wpływ mikronawodnień i nawożenia organicznego na produkcję jednorocznych sadzonek sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) z udziałem zabiegu zoomelioracji*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 506, 2005, s. 335–343.
- Rolbiecki R., Rolbiecki St., Klimek A. *Porównanie wpływu deszczowania i mikronawodnień na wzrost dwuletnich siewek sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris. L.) i występowanie roztoczy glebowych w warunkach zoomelioracji*. W: Diagnostowanie stanu środowiska. Metody badawcze – prognozy. Prace Komisji Ekologii i Ochrony Środowiska Bydgoskiego Towarzystwa Naukowego (pod red. J. Garbacza). Tom I, Rozdz. II. Badania i diagnostowanie stanu środowiska, 2007, s. 53–59.
- Rolbiecki R., Rolbiecki St., Klimek A., Podsiadło C. *Porównanie wpływu nawożenia organicznego i ściółkowania na wzrost dwuletnich siewek sosny zwyczajnej i występowanie roztoczy glebowych w warunkach mikrozaszania w dwóch przyrodniczo-leśnych krainach Polski*. W: Diagnostowanie stanu środowiska. Metody badawcze – prognozy. Prace Komisji Ekologii i Ochrony Środowiska Bydgoskiego Towarzystwa Naukowego (pod red. J. Garbacza), Tom III, Rozdz. I. Badania i diagnostowanie stanu środowiska, 2009, s. 131–139.
- Rolbiecki St., Klimek A., Rolbiecki R., Hilszczańska D. *Wpływ nawożenia organicznego i ściółkowania na wzrost jednorocznych siewek sosny zwyczajnej oraz właściwości biologiczne gleb w szkółce leśnej w warunkach mikrozaszania*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 6/2009, 2009a, s. 229–243.
- Rolbiecki St., Klimek A., Rolbiecki R., Kuss M. *Wstępne badania nad wpływem wybranych zabiegów ulepszających na wzrost jednorocznych siewek sosny zwyczajnej oraz występowanie roztoczy (Acari) glebowych w szkółce leśnej w warunkach nawodnień*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5/2009, 2009b, s. 155–166.
- Rolbiecki St., Klimek A., Rolbiecki R., Kuss M., Förmaniak A., Ryterska H. *Wstępne badania nad wpływem ściółkowania ektopróchnicą na wzrost siewek brzozy brodawkowatej w dwuletnim cyklu oraz na występowanie roztoczy (Acari) glebowych w warunkach nawodnień w szkółce leśnej Bielawy koło Torunia*. Ekologia i Technika, 2010a, (w druku)
- Rolbiecki St., Klimek A., Rolbiecki R., Hilszczańska D. *Wpływ nawożenia organicznego i ściółkowania ektopróchnicą na wzrost dwuletnich siewek sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) i aktywność biologiczną gleb w warunkach mikrodeszczowania w szkółce leśnej Białe Błota k/Bydgoszczy*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2010b (w druku)
- Seniczak S. *Fauna mechowców (Acari, Oribatei) jako indykator biologicznych właściwości próchnic leśnych*. Pr. Kom. Nauk. PTG V/37, 1979, s. 157–166.
- Szołtyk G., Hilszczańska D. *Rewitalizacja gleb w szkółkach leśnych*. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, DGLP, Warszawa 2003, s. 1–44.
- Szujecki A. *Ekologiczne aspekty odtwarzania ekosystemów leśnych na gruntach porolnych*. Sylvan 3-12, Warszawa 1990, s. 23–40.

Dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, prof. UTP,  
Dr inż. Roman Rolbiecki  
Katedra Melioracji i Agrometeorologii UTP w Bydgoszczy  
ul. Bernardyńska 6, 85-856 Bydgoszcz  
Tel. 0523749552, E-mail: rolbs@utp.edu.pl

Dr hab. inż. Andrzej Klimek, prof. UTP,  
Zakład Agroturystyki i Kształtowania Krajobrazu UTP w Bydgoszczy  
ul. Ks. Kordeckiego 20, 85-224 Bydgoszcz  
Tel. 0523749409, E-mail: klimek@utp.edu.pl

Dr inż. Maciej Kuss  
Wydział Hodowli Lasu, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Toruniu  
ul. Mickiewicza 9  
87-100 Toruń, E-mail: maciej.kuss@torun.lasy.gov.pl

Mgr inż. Aleksandra Fórmaniak  
Mgr inż. Hanna Ryterska  
Katedra Melioracji i Agrometeorologii UTP w Bydgoszczy  
ul. Bernardyńska 6, 85-856 Bydgoszcz

Recenzent: *Prof. dr hab. Jerzy Gruszczyński*