

*Stanisław Rolbiecki, Andrzej Klimek, Roman Rolbiecki, Maciej Kuss*

**WSTĘPNE BADANIA NAD WPLYWEM WYBRANYCH  
ZABIEGÓW ULEPSZAJĄCYCH NA WZROST  
JEDNOROCZNYCH SIEWEK SOSNY ZWYCZAJNEJ ORAZ  
WYSTĘPOWANIE ROZTOCZY (*ACARI*) GLEBOWYCH  
W SZKÓLCE LEŚNEJ W WARUNKACH NAWODNIEŃ**

---

***PRELIMINARY STUDY ON THE INFLUENCE  
OF CHOSEN REVITALIZATION MEASURES  
ON THE GROWTH PARAMETERS OF ONE-YEAR OLD  
SCOTS PINE SEEDLINGS AS WELL AS  
ON THE OCCURRENCE OF SOIL MITES (*ACARI*)  
IN THE FOREST NURSERY UNDER IRRIGATION***

**Streszczenie**

Celem niniejszych badań było określenie wpływu ściółkowania i nawożenia organicznego na wzrost jednorocznych siewek sosny oraz na występowanie roztoczy (*Acar*) 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 2008 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 ektopróchnicy leśnej). Czynnikiem drugiego rzędu było ściółkowanie przeprowadzone po wschodach siewek (wrzesień 2008 r.) w dwóch wariantach (kontrola – bez ściółkowania; ściółkowanie). Nie stwierdzono istotnego oddziaływania ze strony zastosowanych czynników doświadczenia (nawożenia

organicznego i ściółkowania) na rozpatrywane parametry wzrostu badanych jednolatek sosny. Wystąpiła jednak dostrzegalna tendencja do nieco większej wysokości i średnicy oraz świeżej masy części nadziemnych – u siewek na poletkach, które wiosną nawożono kompostem, a pod koniec lata poddano zabiegowi ściółkowania. Z przeprowadzonej analizy statystycznej wynika, iż czynnikiem, który wyraźnie kształtował liczebność roztoczy, w tym Actinedida, Gamasida oraz Oribatida i ich różnorodność gatunkową, było ściółkowanie. W przypadku ogólnej liczebności roztoczy oraz liczebności i różnorodności gatunkowej mechowców stwierdzono też interakcję oddziaływania ściółkowania i nawożenia organicznego. Zaprezentowane w niniejszej pracy wstępne badania nad oceną aktywności biologicznej gleb za pomocą metody bioindykacyjnej, mogą wskazywać na znaczną udatność przeprowadzonych zabiegów rewitalizacyjnych szkółki leśnej. Jednak w pełni zabiegi te będą mogły być ocenione dopiero po zakończeniu przynajmniej dwuletniego cyklu badań.

**Słowa kluczowe:** szkółka leśna, ulepszenie gleb, sosna zwyczajna, *Acari*, *Oribatida*

### Summary

*The aim of the study was to determine the influence of mulching and organic fertilization on growth parameters of one-year old Scots pine seedlings as well as on the occurrence of soil mites (Acari) under conditions of irrigation. Felicity 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 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). Influence of both the two investigated factors (organic fertilization and mulching) on the growth indices of seedlings was insignificant. It was observed that seedlings cultivated on the plots fertilized with compost and mulched were characterized by slightly increased height and diameter. On the basis of the statistical analysis it was found that the mulching distinctly influenced the number of mites, including Actinedida, Gamasida and Oribatida, as well as on their species diversity. In case of the total number of mites as well as the species number and species diversity of oribatid mites, the interaction of mulching/organic fertilization was found. The preliminary investigation on the estimation of the biological activity of soil with the use of the bioindication method can indicate the considerable felicity of the conducted revitalization measures in the forest nursery. The final estimation of these measures can be conducted only after two years of investigation.*

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

## WPROWADZENIE

Efekty produkcji szkółkarskiej są m.in. zależne od stanu biologicznego gleb, ponieważ organizmy glebowe silnie oddziałują na żyzność gleby. W starszych szkółkach obserwuje się zmniejszenie różnorodności biologicznej edafonu, w tym grzybów ektomikoryzowych [Aleksandrowicz-Trzcicka 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].

Mając na uwadze poprawę warunków produkcji szkółkarskiej oraz ulepszenie gleb, można wzbogacać szkółki w materię organiczną przez nawożenie oraz zaszczeplanie ją edafonem pochodzącym z gleby leśnej za pomocą ściółkowania. W szkółkarstwie za najlepsze nawożenie organiczne uznaje się stosowanie kompostów. Z literatury [Szołtyk, Hilszczańska 2003] wiadomo, że wzbogacanie gleb szkółek leśną ściółką wpływa na wzrost mikoryzacji siewek nawet o 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 [Szujecki 1990].

Trwające i planowane w Polsce inwestycje komunikacyjne, usytuowane często na terenach leśnych, dają wyjątkową możliwość wykorzystania próchnicy nadkładowej do rewitalizacji gleb szkółek. Leśnicy z RDLP w Toruniu planują zastosowanie tej próchnicy na szerszą skalę w szkółkach leśnych. W literaturze nie natrafiono jednak na informację na temat wpływu tego typu nawożenia na środowisko glebowe, zwłaszcza na edafon.

Wcześniejsze doświadczenia, przeprowadzone przez autorów w latach 2003–2005 w szkółce leśnej Białe Błota (Nadleśnictwo Bydgoszcz), 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.

Hipoteza badawcza zakłada, że zastosowanie wybranych zabiegów ulepszających (nawożenia organicznego kompostem z ektopróchnicy leśnej oraz ściółkowania) w produkcji sadzonek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wpłynie korzystnie na ich wzrost oraz poprawi właściwości wodne, 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 przeznaczonych pod budowę szlaków komunikacyjnych.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu ściółkowania i nawożenia organicznego na wzrost jednorocznych siewek sosny oraz na występowanie roztoczy (*Acar*) glebowych w warunkach nawadniania.

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 roztocze, a szczególnie saprofagiczne mechowce (*Oribatida*). Wcześniej roztocze te okazały się m. in. dobrymi bioindykatorami stopnia rozkładu i biologicznych właściwości próchnic leśnych [Seniczak 1979] oraz wielu oddziaływań antropogenicznych [Axelsson i in. 1973; Klimek 2000].

### OPIS DOŚWIADCZENIA I METODY BADAŃ

Doświadczenie przeprowadzono w roku 2008 w szkółce leśnej Bielawy (Nadleśnictwo Dobrzejewice, RDLP Toruń), na kwaterze VIII. Na badanej powierzchni dominował piasek słabo gliniasty (ps). Na podstawie wykonanych jesienią 2007 r. oznaczeń stwierdzono, że: ilość próchnicy wynosiła średnio 7,69%, węgla organicznego ( $C_{org}$ ) było 4,36%, N ogólnego 0,241%, stosunek C/N wynosił 18,1, a odczyn gleby oznaczony w KCl był silnie kwaśny (pH 3,8). Zawartość łatwo rozpuszczalnych składników pokarmowych (w mg 100 g<sup>-1</sup> gleby) wynosiła odpowiednio: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – wg Egnera-Riehma – 6,5; K<sub>2</sub>O – wg Egnera-Riehma – 7,3 oraz MgO – wg Schachtschabela – 3,2.

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

Cała powierzchnia doświadczenia była nawadniana. Dla zapewnienia równomiernego rozłożenia sztucznego opadu, zainstalowano nowy system deszczujący – deszczownię stałą. Deszczowanie wykonywano za pomocą izraelskich zraszaczy NAAN 5035. Zasilanie w wodę przeprowadzano z ujęcia brzegowego, zlokalizowanego na Strudze Libickiej z przyznanym, stosownym pozwoleniem wodno-prawnym na pobór wód powierzchniowych. Nawadnianie prowadzono zgodnie z najnowszymi, uaktualnionymi wytycznymi nawadniania szkółek leśnych na powierzchniach otwartych [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 (1000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) 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 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 pryzmy 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 pasataśmy) na 4 m (długość). Łącznie doświadczenie obejmowało 16 poletek (2 warianty I cz. x 2 warianty II cz. x 4 replikacje).

Wzrost jednorocznych siewek sosny określano w październiku 2008 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.

Średnia w okresie wegetacji (IV–IX) temperatura powietrza wyniosła  $15^\circ\text{C}$  i była o  $0,7^\circ\text{C}$  wyższa od normy (tab. 1). Temperatury poszczególnych miesięcy okresu wegetacji, za wyjątkiem września, były także wyższe od wartości normalnych. Najwyższą średnią temperaturą cechował się lipiec ( $19,3^\circ\text{C}$ ), a najwyższą sumą usłonecznienia (346,9 h) – czerwiec.

Suma opadów atmosferycznych dla okresu od 1 kwietnia do 30 września wyniosła 292,6 mm, co stanowiło 86% normy. Z rozpatrywanych sześciu miesięcy półrocza letniego, wyższe od normy opady zanotowano w kwietniu i sierpniu. Szczególnie ubogie w opady były miesiące maj (12,3 mm, tj. 26% normy) oraz wrzesień, w którym stwierdzono 23,4 mm deszczu naturalnego (46% normy).

Nawadnianie rozpoczęto 5 maja, a zakończono 3 lipca (tab. 2). Zastosowano łącznie 38 jednorazowych dawek polewowych, mieszczących się (każda) – zależnie od założonego czasu nawadniania – w zakresie od 1,5 mm do 2,9 mm. Sezonowa dawka nawodnieniowa wyniosła 72,1 mm.

**Tabela 1.** Warunki meteorologiczne w szkółce leśnej Bielawy w sezonie wegetacyjnym roku 2008\***Table 1.** Meteorological conditions at Bielawy forest nursery in the vegetation season of 2008

| 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             | 3,7   | 1,0  | 16,5                                | -6,7                                | 45,0   | 161                 | 21                                      | 93,7                        |
| IV              | 8,2   | 0,6  | 21,4                                | -2,4                                | 35,0   | 121                 | 15                                      | 152,4                       |
| V               | 13,5  | 0,2  | 26,2                                | -0,7                                | 12,3   | 26                  | 7                                       | 290,2                       |
| VI              | 17,7  | 1,4  | 29,1                                | 3,0                                 | 48,9   | 68                  | 10                                      | 346,9                       |
| VII             | 19,3  | 1,3  | 30,7                                | 7,2                                 | 48,5   | 61                  | 11                                      | 306,5                       |
| VIII            | 18,3  | 0,5  | 31,3                                | 4,5                                 | 124,5  | 203                 | 14                                      | 192,7                       |
| IX              | 12,8  | -0,3   | 31,1                                | 2,5                                 | 23,4   | 46                  | 12                                      | 105,2                       |
| X               | 9,3   | 1,0  | 19,5                                | -1,4                                | 67,9   | 183                 | 13                                      | 95,8                        |
| IV- IX          | 15,0  | 0,7  | 31,3                                | -2,4                                | 292,6  | 86                  | 69                                      | 1393,9                      |
| III-X           | 12,8  | 0,7  | 31,3                                | -6,7                                | 405,5  | 100                 | 103                                     | 1583,4                      |

Objaśnienia: \* - na podstawie danych dla Torunia zawartych w Biuletynach Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, IMGW [2008]

**Tabela 2.** Przebieg nawadniania sosny w szkółce leśnej Bielawy w roku 2008**Table 2.** Course of irrigation of Scots pine at Bielawy forest nursery in 2008

| Rok / Year | Okres nawadniania / Period of irrigation |                         | Liczba dawek / No. of rates | Wielkość jednej dawki (mm) / Amount of a single dose (mm) | Dawka sezonowa (mm) / Seasonal rate |
|------------|--|-------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|
|            | od – do / from - to                      | liczba dni / no of days |                             |   |                                     |
| 2008       | 05.05 – 03.07.                           | 59                      | 38                          | 1,5 – 2,9   | 72,1                                |

Próbki gleby do badań akarologicznych w 2008 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 cm<sup>2</sup> × 3 cm głębokości. Roztocze wyplaszano przez 7 dni metodą Tullgrenna, a następnie konserwowano i preparowano.

Do gatunku lub rodzaju oznaczono mechowce, łącznie ze stadiami młodocianymi. Pozostałe roztocze oznaczono do rzędów. Przedmiotem analizy było 1315 *Acari*, w tym 970 *Oribatida*. Zagęszczenie roztoczy *N* podano w przeliczeniu na 1 m<sup>2</sup> 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 1995]. Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica – w celu stwierdzenia istotno-

ści działania czynników doświadczenia wykorzystano test Fishera-Snedecora oraz test Tukey'a dla porównania otrzymanych różnic.

## WYNIKI I DYSKUSJA

**Wzrost roślin.** Nie stwierdzono istotnego oddziaływania ze strony zastosowanych czynników doświadczenia (nawożenia organicznego i ściółkowania) na rozpatrywane parametry wzrostu badanych jednolatek sosny (tab. ). Wystąpiła jednak dostrzegalna tendencja do nieco większej wysokości i średnicy oraz świeżej masy części nadziemnych – u siewek na poletkach, które wiosną nawożono kompostem, a pod koniec lata poddano zabiegowi ściółkowania (wariant KS).

Brak statystycznie udowodnionego wpływu nawożenia organicznego i ściółkowania na wzrost jednorocznych siewek sosny mógł wynikać z wielu przyczyn. W przeprowadzonym doświadczeniu zastosowano, w odróżnieniu od badań wcześniejszych, inny rodzaj kompostu – uzyskanego z próchnicy nadkładowej pochodzącej z dojrzałego drzewostanu z siedliska boru świeżego terenów budowanej autostrady. W pierwszej serii doświadczeń (2003-2005) był to nawóz składający się z higienizowanych osadów ściekowych (80%) i torfu wysokiego (20%) [R. Rolbiecki i in. 2005], w drugiej natomiast (2005-2007): higienizowane osady ściekowe ( $\frac{2}{3}$ ) + kora ( $\frac{1}{3}$ ) bądź higienizowane osady ściekowe ( $\frac{2}{3}$ ) + trociny ( $\frac{1}{3}$ ).

Możliwe jest też, że po wprowadzeniu tak dużych ilości substancji organicznej do gleby, występowały okresowe braki wody u siewek sosny. Wiadomo bowiem, że im więcej koloidów próchnicznych w glebie, tym większa ilość wody staje się niedostępna dla roślin [Szołtyk, Hilszczańska 2003]. Cytowane autorki wskazują jednoznacznie, że z tego właśnie powodu po zastosowaniu nawożenia organicznego w szkółce konieczne staje się wzmożenie deszczowania szkółki. W badaniach własnych nawadnianie prowadzono zgodnie z uaktualnionymi „Wytycznymi nawadniania szkółek leśnych na powierzchniach otwartych” [Pierzgalski i in. 2002]. Jak podają Szołtyk i Hilszczańska [2003], zastosowanie dawek nawodnieniowych większych niż zalecane w wytycznych DGLP nie wywoływało niekorzystnych zmian w strukturze mikoryz siewek sosny. Poziom wilgotności utrzymywanej w przedziale 50–75 ppw korzystnie wpływał na wzrost siewek oraz sprzyjał zwiększeniu liczebności i różnorodności mikoryz.

W przeciwieństwie do poprzednich serii doświadczeń przeprowadzonych w szkółce leśnej Białe Błota (Nadleśnictwo Bydgoszcz), ściółkowanie wykonano dopiero na przełomie lata i jesieni – we wrześniu. Kierowano się w tym przypadku względami praktycznymi, ponieważ w doświadczeniach wcześniejszych zabieg ten stosowano przed siewem nasion – w kwietniu [R. Rolbiecki i in. 2005] lub po wschodach siewek – w czerwcu. Ściółka w tym pierwszym przypadku utrudniała siewy i była narażona – pomimo częściowego jej zmieszania z wierzchnią, 1-cm warstwą gleby – na szybsze przesuszanie i przemieszczanie

przez wiatr, i to pomimo stosowania częstego deszczowania niewielkimi (wynikającymi z wytycznych nawadniania) dawkami wody. Stosowanie ściółkowania w późniejszym czasie było podyktowane troską o stworzenie jak najlepszych warunków do rozprzestrzeniania się mezofauny występującej licznie w wilgotnej ektopróchnicy pozyskanej z siedliska boru świeżego. Rosnące w rzędach siewki sosny tworzyły naturalną osłonę dla świeżej materii organicznej, zapobiegając jej niepożądanemu, częściowemu przemieszczaniu przez wiatr oraz – poprzez częściowe zacienienie międzyrzędzi – spowalniając przesychnanie ściółki. Z drugiej strony oczywistym jest, że późne (wrześniowe) zastosowanie ściółkowania nie mogło wywierać znaczącego (istotnego) wpływu na wzrost siewek przebiegający przecież ze zmienną dynamiką w całym okresie wegetacji (tj. głównie przed wykonaniem ściółkowania).

**Tabela 3.** Parametry rocznych sadzonek sosny w szkółce leśnej Bielawy w roku 2008  
**Table 3.** Parameters of one-year old Scots pine seedlings at Bielawy forest nursery in 2008

| Wyszczególnienie / Specification   | Wariant doświadczenia / Experimental treatment |      |      |      | Średnio Mean |
|--|--|------|------|------|--------------|
|  | C  | CS   | K    | KS   |              |
| Wysokość siewki / Height of seedling (cm)                                  | 8,30   | 8,64 | 8,21 | 9,02 | 8,54         |
| Średnica szyjki korzeniowej siewki / Diameter of seedling collar-root (mm) | 2,43   | 2,81 | 2,56 | 2,87 | 2,67         |
| Świeża masa części nadziemnych / Fresh mass of above-ground parts (g)      | 5,51   | 5,43 | 5,29 | 5,57 | 5,45         |
| NIR <sub>0,05</sub> – czynnik I      LSD <sub>0,05</sub> – factor I        | r.n. / n.s.                                    |      |      |      | r.n. / n.s.  |
| – czynnik II                      – factor II                              |  |      |      |      |              |
| Interakcja – czynnik II/I      Interaction – factor II/I                   |  |      |      |      |              |
| – czynnik I/II                      – factor I/II                          |  |      |      |      |              |

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

**Występowanie roztoczy.** Wiosną po założeniu doświadczenia na wszystkich stanowiskach stwierdzono wyrównane i bardzo niskie zagęszczenie roztoczy – 1,38-1,69 tys. osobn. · m<sup>-2</sup> (tab. 4). W zgrupowaniach tych stawonogów silnie dominowały Actinedida, które stanowiły średnio 91% wszystkich roztoczy. Nieco wyższe zagęszczenie roztoczy, na poziomie kilku tysięcy osobników na m<sup>2</sup> powierzchni gleby, notowano na polach uprawnych [Seniczak i in. 1996], glebach odłogowanych [Rolbiecki i in. 2006] oraz w jednorocznej uprawie sosny w szkółce leśnej [Rolbiecki i in. 2005].



**Tabela 4.** Zagęszczenie roztoczy ( $N$  w tys. osobn.  $\cdot$  m<sup>-2</sup>) oraz liczba gatunków ( $S$ ), średnia liczba gatunków w próbce ( $s$ ) i wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona ( $H$ ) dla zgrupowań mechowców w szkółce leśnej Bielawy

**Table 4.** Abundance ( $N$  in 1000 individuals  $\cdot$  m<sup>-2</sup>) 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<br>Index – group of mites | Sezon<br>Season | Wariant doświadczenia<br>Experimental treatment |                        |                       |                        | S<br>(p) | S×K<br>(p) |
|---|-----------------|---|------------------------|-----------------------|------------------------|----------|------------|
|   |                 | C   | CS                     | K                     | KS                     |          |            |
| $N$ – Acari   | w               | 1,38  | 1,63                   | 1,51                  | 1,69                   | –        | –          |
|   | j               | 1,14  | 33,17 <sup>(1,2)</sup> | 5,24 <sup>(1,2)</sup> | 33,41 <sup>(1,2)</sup> | <0,001   | 0,006      |
| $N$ – Acaridida                                     | w               | –   | –                      | –                     | 0,12                   | –        | –          |
|   | j               | –   | 0,18                   | 0,12                  | 0,12                   | ns       | ns         |
| $N$ – Actinedida                                    | w               | 1,32  | 1,63                   | 1,26                  | 1,44                   | –        | –          |
|   | j               | 0,60  | 3,31 <sup>(1,2)</sup>  | 1,57 <sup>(1)</sup>   | 3,91 <sup>(1,2)</sup>  | <0,001   | ns         |
| $N$ – Gamasida                                      | w               | –   | –                      | 0,06                  | 0,12                   | –        | –          |
|   | j               | 0,30  | 2,05 <sup>(1)</sup>    | 0,42                  | 1,99 <sup>(1,2)</sup>  | <0,001   | ns         |
| $N$ – Tarsonemida                                   | w               | –   | –                      | –                     | –                      | –        | –          |
|   | j               | –   | 0,06                   | –                     | 0,18                   | ns       | ns         |
| $N$ – Oribatida                                     | w               | 0,06  | –                      | 0,18                  | –                      | –        | –          |
|   | j               | 0,24  | 27,57 <sup>(1)</sup>   | 3,13 <sup>(1,2)</sup> | 27,21 <sup>(1)</sup>   | <0,001   | 0,004      |
| $S$ – Oribatida                                     | w               | 1   | 0                      | 1                     | 0                      | –        | –          |
|   | j               | 2   | 22                     | 2                     | 22                     | –        | –          |
| $s$ – Oribatida                                     | w               | 0,10  | –                      | 0,30                  | –                      | –        | –          |
|   | j               | 0,40  | 9,80 <sup>(1)</sup>    | 1,00 <sup>(1,2)</sup> | 9,20 <sup>(1)</sup>    | <0,001   | 0,031      |
| $H$ – Oribatida                                     | w               | 0,00  | 0,00                   | 0,00                  | 0,00                   | –        | –          |
|   | j               | 0,69  | 2,10                   | 0,16                  | 2,11                   | –        | –          |

Objaśnienia: w – wiosna, j – jesień,

S – efekt ściółkowania

S×K – interakcja ściółkowania i nawożenia organicznego

<sup>(1)</sup> istotność różnic pomiędzy stanowiskiem C a pozostałymi powierzchniami

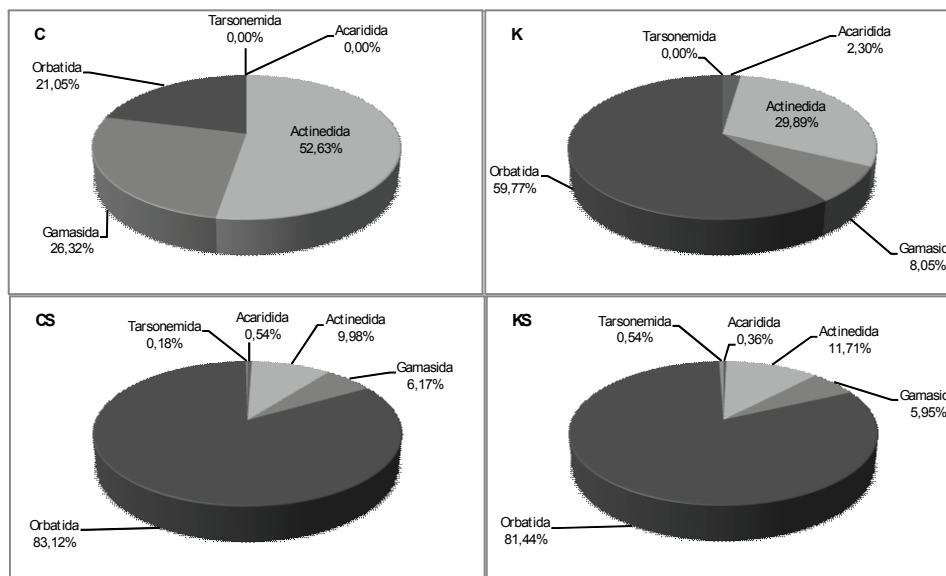
<sup>(2)</sup> istotność różnic pomiędzy wiosną a jesienią

Pozostałe oznaczenia – jak pod tab. 3

Wiosną w badanych glebach żyło wyjątkowo mało mechowców (0,06-0,18 tys. osobn.  $\cdot$  m<sup>-2</sup>), które były reprezentowane tylko przez dwa gatunki – *Oppiella nova* (Oudemans) i *Tectocephus velatus* (Michael). Tak niewielki poziom liczebności i różnorodności gatunkowej mechowców może świadczyć o niskiej aktywności biologicznej gleb szkółki w okresie wiosny oraz o celowości przeprowadzenia introdukcji edafonu.

Jesienią po ściółkowaniu uprawy (około 1,5 miesiąca po tym zabiegu) odnotowano zagęszczenie roztoczy na poziomie 33 tys. osobn.  $\cdot$  m<sup>-2</sup>. Na stanowiskach ściółkowanych (CS i KS) szczególnie licznie występowały mechowce, które stanowiły ponad 80% wszystkich roztoczy (rys. 1). Udział tych roztoczy

jesienią wzrósł także na stanowiskach nieściółkowanych, a zwłaszcza tam, gdzie wcześniej zastosowano nawożenie organiczne (K). Na powierzchniach ściółkowanych odnotowano też wzrost liczebności Actinedida oraz drapieżnych Gamasida, a różnice w liczebności pomiędzy wiosną a jesienią były istotne statystycznie.



**Rysunek 1.** Procentowy udział rzędów w zgrupowaniach roztoczy w wybranych wariantach doświadczenia w sezonie jesiennym  
**Figure 1.** Percentage by division at gatherings of Acari in chosen variants in the autumn season

W wariantach CS i KS w sezonie jesiennym stwierdzono występowanie 22 gatunków mechowców – średnia liczba gatunków ( $s$ ) wynosiła 9,2–9,8. Dla porównania, w glebach borów sosnowych z 5 cm warstwą próchnicy nadkładowej, wartość obydwu wskaźników jest przeważnie około dwukrotnie wyższa [Klimek 2000]. Stosunkowo wysoką wartość na wymienionych stanowiskach uzyskał też wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona.

Z przeprowadzonej analizy statystycznej wynika, iż czynnikiem, który wyraźnie kształtował liczebność roztoczy, w tym Actinedida, Gamasida oraz Oribatida i ich różnorodność gatunkową, było ściółkowanie. W przypadku ogólnej liczebności roztoczy oraz liczebności i różnorodności gatunkowej mechowców stwierdzono też interakcję oddziaływania ściółkowania i nawożenia organicznego.

Zaprezentowane w niniejszej pracy wstępne badania nad oceną aktywności biologicznej gleb za pomocą metody bioindykacyjnej, mogą wskazywać na znaczną udatność przeprowadzonych zabiegów rewitalizacyjnych szkółki leśnej.

Jednak w pełni zabiegi te będą mogły być ocenione dopiero po zakończeniu przynajmniej dwuletniego cyklu badań.

## PODZIĘKOWANIA

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

## BIBLIOGRAFIA

- Aleksandrowicz-Trzcińska 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 fertilization 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, 1995, s. 214–227.
- Biuletyny Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, IMGW, 2008.
- 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.
- Mazur S., Tracz H. *O znaczeniu i sposobach zoo- i fitomelioracji zalesianych gruntów porolnych*. Post. Techn. Leśn. 60, Warszawa 1996, s. 26–31.
- Pierzgałski E., Tyszka J., Boczoń A., Wiśniewski S., Jeznach J., Żakowicz S. *Wytoczne 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, 2005a, s. 335–343.
- Rolbiecki R., Rolbiecki St., Klimek A., Hilszczańska D. *Wstępne wyniki badań wpływu deszczowania i mikronawodnień na produkcję jednorocznych sadzonek sosny zwyczajnej w warunkach zoomelioracji*. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu CCCLXV, Melioracje i Inżynieria Środowiska 26, 2005b, s. 371–377.
- 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, 2005c, s. 131–143.
- Rolbiecki R., Podsiadło C., Klimek A., Rolbiecki St. *Preliminary study on the influence of organic fertilization and mulching on the growth of one-year old Scots pine (Pinus sylvestris L.) seedlings and occurrence of soil mites under micro-sprinkler irrigation in two different sylvan-natural regions of Poland*. Infrastructure and Ecology of Rural Areas, 3/2007, 2007a, s. 131–140.
- Rolbiecki R., Podsiadło C., Klimek A., Rolbiecki St. *Influence of microirrigation and organic fertilization on the growth of Scots pine (Pinus sylvestris L.) seedlings and the occurrence of soil mites in a post-arable land of two different sylvan-natural regions*. Infrastructure and Ecology of Rural Areas, 3/2007, 2007b, s. 187–195.

- Rolbiecki S., Styczyńska Z., Klimek A., Długosz J., Rolbiecki R. *Roślinność i niektóre właściwości odlogowanej gleby piaszczystej uprzednio użytkowanej rolniczo w warunkach deszczowania*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 2/1, PAN, Kraków 2006, s. 183–194.
- Seniczak S. *Fauna mechowców (Acari, Oribatei) jako indykator biologicznych właściwości próchnic leśnych*. Pr. Kom. Nauk. PTG V/37, 1979, s. 157–166.
- Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A. *Roztocze (Acari) glebowe strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą jęczmienia, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi*. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, Bydgoszcz 1996, s. 139–151.
- 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,  
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. Roman Rolbiecki  
Katedra Melioracji i Agrometeorologii UTP w Bydgoszczy  
ul. Bernardyńska 6, 85-856 Bydgoszcz  
Tel. 0523749552, E-mail: RomanRolbiecki@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

Recenzent: *Prof. dr hab. Wojciech Krzaklewski*