

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

## **WYKORZYSTANIE PRÓCHNICY LEŚNEJ DO REWITALIZACJI GLEBY W ROCZNYM CYKLU PRODUKCJI SADZONEK SOSNY ZWYCZAJNEJ**

### ***THE USE OF FOREST HUMUS FOR REVITALIZATION OF SOIL IN THE ONE-YEAR PRODUCTION CYCLE FOR SCOTS PINE SEEDLINGS***

#### **Streszczenie**

W pracy badano wpływ nawożenia kompostem przygotowanym z próchnicy leśnej oraz ściółkowania świeżą ektopróchnicą na właściwości gleb, wzrost jednorocznych sadzonek sosny zwyczajnej oraz na aktywność biologiczną gleb w szkółce leśnej. Aktywność tę oceniano metodą bioindykacyjną – wskaźnikami były roztocze (*Acari*), szczególnie saprofagiczne mechowce (*Oribatida*).

Z przeprowadzonych badań wynika, iż poziom powierzchniowy badanej pokrywy glebowej charakteryzował się odczynem kwaśnym. Nawożenie organiczne zwiększyło istotnie świeżą masę części nadziemnych sadzonek sosny. Nie odnotowano natomiast wpływu przeprowadzonego we wrześniu ściółkowania na badane parametry roślin. Wiosną zagęszczenie roztoczy na badanym terenie było niskie. Wśród tych stawonogów najliczniej występowały *Actinedida*, które stanowiły od 91 do 100% wszystkich roztoczy. Po przeprowadzeniu ściółkowania znacznie wzrosła liczebność zaliczanych do saprofagów mechowców – stanowiły 51-82% *Acari*. Na stanowiskach tych odnotowano 11-19 gatunków mechowców, a najliczniejszym przedstawicielem tego rzędu roztoczy był *Tectocepheus velatus*.

**Słowa kluczowe:** szkółka leśna, sosna zwyczajna, ektopróchnica, reintrodukcja fauny glebowej, *Acari*, *Oribatida*

#### **Summary**

*The influence of fertilization with the compost prepared from forest humus and mulching with the fresh ectohumus on the soil properties, the growth of one-year old Scots pine seedlings as well as on the biological activity of soils in the*

forest nursery was studied in the work. The biological activity was estimated with the usage of bioindicatory method – mites (Acari), especially saprophage oribatid mites (Oribatida) were used as biological indices.

On the base of the study it was stated that the ground surface horizon was characterized by acid reaction. Fertilization with the compost from forest humus increased significantly the height of Scots pine seedlings – plants cultivated on plots fertilized with compost were by 46% higher than those fertilized by mineral fertilizers only. Organic fertilization increased also significantly the fresh mass of the above-ground parts of Scots pine seedlings. Effect of mulching – which was carried out in September – on the investigated parameters was not detected. In the spring – before the measure of mulching – the density of mites on the studied ground was low. Among these arthropods the most numerous were Actinedida which constituted from 91 to 100% of all mites. After the measure of fresh ectohumus mulching, the number of saprophage oribatid mites was distinctly increased – they constituted 51 to 82% of all Acari. On these stands there were 11-19 taxa of oribatid mites, and *Tectocephus velatus* was the predominant representative of this order of mites.

**Key words:** forest nursery, Scots pine, ectohumus, reintroduction of soil fauna, Acari, Oribatida

## WPROWADZENIE

Próchnica nadkładowa spełnia dwie istotne funkcje w ekosystemie leśnym: po pierwsze jest źródłem materii organicznej, a po drugie tworzy warstwę ochronną dla gleby [Sayer 2006]. Jest też głównym środowiskiem życia dla mezofauny i mikroorganizmów glebowych. Szkółki polowe – na skutek intensywnych zabiegów agrotechnicznych – są pozbawione tej istotnej dla równowagi ekologicznej i wzrostu młodych drzew warstwy gleby. W szkółkach użytkowanych powyżej 20 lat obserwuje się procesy degradacyjne polegające na zmniejszeniu różnorodności biologicznej, m.in. grzybów ektomikoryzowych [Aleksandrowicz-Trzcńska 2004].

Wiadomo, że dodanie ściółki leśnej do podłoża szkółkowego może mieć korzystny wpływ na poziom kolonizacji mikoryzowej i przeżywalność sadzonek po nasadzeniach [Colinas i in. 1994, Roldán i in. 1996, Hilszczańska 2000]. Próchnica leśna może być więc bardzo cennym substratem dla szkółkarstwa, jednak zawsze dyskusyjne było jej pozyskanie bez szkody dla lasu. W ostatnich latach w wielu regionach naszego kraju pojawiła się szansa wykorzystania tego materiału, który można pozyskać z drzewostanów planowanych do wycięcia, w związku z prowadzonymi na dużą skalę inwestycjami drogowymi, usytuowanymi często na terenach leśnych.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu nawożenia organicznego (kompost przygotowany z próchnicy leśnej) i ściółkowania świeżą ektopróchnicą na wzrost jednorocznych sadzonek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) oraz na aktywność biologiczną gleb szkółki leśnej.

Najczęściej stosowanymi wskaźnikami aktywności biologicznej gleb są: aktywność enzymatyczna, oddechowa, biomasa drobnoustrojów, skład i liczebność drobnoustrojów [Brzezińska 2006, Olszowska i in. 2005]. W niniejszych badaniach podjęto próbę oceny tej aktywności z wykorzystaniem bardzo licznych i różnorodnych gatunkowo w glebach leśnych roztoczy (*Acari*), szczególnie saprofagicznych mechowców (*Oribatida*).

## OPIS DOŚWIADCZENIA I METODY BADAŃ

Doświadczenie przeprowadzono w roku 2009 w szkółce leśnej Bielawy (Nadleśnictwo Dobrzejewice, RDLP Toruń), na kwaterze IIIb. Na badanej powierzchni dominował piasek słabo gliniasty.

Badania przeprowadzono na powierzchni z sosną zwyczajną, której siew wykonano wiosną 2009 r. Nasiona sosny wysiano w systemie taśmowo 5-rzędowym, w którym jedna taśma – o łącznej szerokości 1,6 m – obejmowała 5 rzędów sosny (fot. 1).

Powierzchnia doświadczenia była nawadniana deszczownią stałą. Deszczowanie wykonywano za pomocą zraszaczy NAAN 5035. Wodę do nawodnień czerpano ze Strugi Lubickiej (Wilczej Strugi). Nawadnianie prowadzono zgodnie z wytycznymi nawadniania szkółek leśnych na powierzchniach otwartych opracowanymi przez Pierzgałskiego i in. [2002].

Doświadczenie zostało założone metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (split-plot), w czterech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu (I) było nawożenie przeprowadzone przed wysiewem nasion (wiosną 2009 r.) w dwóch wariantach (M – nawożenie mineralne; K nawożenie organiczne kompostem z próchnicy leśnej). Czynnikiem drugiego rzędu (II) było ściółkowanie przeprowadzone we wrześniu 2009 r. w dwóch wariantach: S – ściółkowanie świeżą ektopróchnicą leśną (fot. 2), C – bez ściółkowania). Pojedyncze poletko doświadczenia miało wymiary 1,6 m (szerokość 1 taśmy) na 5 m (długość). Łącznie doświadczenie obejmowało 16 poletek (2 warianty I czynnika x 2 warianty II czynnika x 4 powtórzenia).

Na wybranych poletkach doświadczalnych zostało zastosowane nawożenie kompostem przygotowanym z próchnicy pozyskanej z powierzchni zrębowej po dojrzałym drzewostanie w typie siedliskowym boru świeżego z terenów budowanej autostrady A1 w pobliżu Torunia. Gleba leśna została pozyskana mechanicznie jesienią 2007 r. Duża ilość materiału oraz zbieranie go za pomocą spychacza uniemożliwiło precyzyjne oddzielenie próchnicy nadkładowej (ektopróchnicy) od warstwy mineralnej gleby, która zawierała endopróchnicę. Znajdujące się w materiale glebowym korzenie roślin i drobne gałęzie poddano rozdrobnieniu z wykorzystaniem rozdrabniacza pozostałości zrębowych. Następnie gleba ta była składowana i kompostowana na pryzmach w pobliżu szkółki.



**Fotografia 1.** Sadzonki sosny latem 2009 r.

– stanowisko bez nawożenia organicznego i ściółkowania (MC)

**Photo 1.** Scots pine in summer 2009

– stand without organic fertilization and mulching (MC)



**Fotografia 2.** Stanowisko ściółkowane (SM) we wrześniu 2009 r.

**Photo 2.** Stand mulched (SM) in September 2009



Wiosną 2009 r. tak przygotowany kompost równomiernie rozprowadzono – w dawce  $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  – na powierzchni wylosowanych bloków i zmieszano z warstwą gleby do głębokości 10 cm za pomocą agregatu uprawowego. Substrat organiczny był bardzo silnie kwaśny – charakteryzował się odczynem ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) 3,8. Zawartość węgla organicznego (C-org) wynosiła 4,7%, azotu ogólnego (N-og) – 0,2%, a proporcja C:N była wysoka (23:1).

Nawożenie mineralne w szkółce zastosowano w następujących dawkach:  $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  (saletra amonowa 34%) i  $55 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$  (sól potasowa 60%).

Ściółkowanie zostało przeprowadzone na wybranych poletkach w obrębie danego bloku (z nawożeniem organicznym lub bez niego) świeżą próchnicą nadkładową pozyskaną spod okapu dojrzałego drzewostanu z siedliska boru świeżego w dniu jej aplikacji w szkółce. W substracie tym występowała liczna, żywa mezofauna glebowa. Zastosowano dawkę  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , rozkładając ekto-próchnicę w miarę równą warstwą w poszczególnych międzyrzędziach stosownego pasa siewek sosny, a następnie zmieszano ją z warstwą gleby do głębokości ok. 1-2 cm.

Informacje o przebiegu pogody w sezonie 2009 r. zawarto we wcześniej opublikowanych pracach [Rolbiecki i in. 2010].

**Analizy glebowe.** Analizę gleby wykonano na próbkach pobranych ze wszystkich poletek w maju 2009 roku. Wysuszone do stanu powietrznie suchego próbki przesiano przez sito o średnicy 2 mm. Badanie właściwości tychże próbek wykonano we frakcjach poniżej 2 mm. Obejmowały one analizę zawartości C-org i N-og – autoanalizatorem firmy Elementar, pH w  $\text{H}_2\text{O}$  i 1M KCl oraz zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu – metodą Egnera-Riehma.

**Wzrost roślin.** Wzrost jednorocznych sadzonek sosny oznaczano w październiku 2009 r., określając wysokość (cm), średnicę w szyi korzeniowej (mm) oraz świeżą masę części nadziemnych (g). Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując test Fishera-Snedecora w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia oraz test Tukeya dla porównania otrzymanych różnic.

**Badania akarologiczne.** Próbkę gleby do badań akarologicznych pobierano w 2009 r. dwukrotnie – wiosną (18.VI) oraz jesienią (22.X). Z każdego wariantu doświadczenia w dwóch kolejnych terminach pobrano po 10 próbek gleby, co dało ogółem 80 próbek. Wycinki gleby pobierano z  $17 \text{ cm}^2$  i do 3 cm głębokości. Roztocze wypłaszano w aparatach Tullgrena przez 7 dni, konserwowano w 70% alkoholu etylowym i preparowano. Do gatunku lub rodzaju oznaczono mechowce (*Oribatida*), łącznie ze stadiami młodocianymi, natomiast pozostałe roztocze sklasyfikowano do rzędów. Ogółem oznaczono 280 roztoczy, w tym 166 mechowców. Średnie zagęszczenie ( $N$ ) roztoczy podano w przeliczeniu na  $1 \text{ m}^2$  gleby, a różnorodność gatunkową mechowców wyrażono za pomocą 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 i Gerard 1965]. Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica 6.0, z zastosowaniem testu Tukeya.

## WYNIKI I DYSKUSJA

**Warunki glebowe.** Poziom powierzchniowy badanej pokrywy glebowej charakteryzował się odczynem kwaśnym, zarówno na poletkach kontrolnych (pH w 1M KCl – 5,37), na których nastąpił niewielki wzrost wartości pH w porównaniu z rokiem 2008, jak i na poletkach ściółkowanych (pH w 1M KCl – 4,54), na których wartości odczynu były zbliżone do roku poprzedniego (pH w 1M KCl – 4,7). Zawartość fosforu i potasu przyswajalnego w próbkach pobranych z poletek kontrolnych, jak i ściółkowanych były o 10-27% wyższe od wartości oznaczonych przez Pracownię Siedliskową Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej w Gdyni w roku poprzednim. Natomiast zawartość C-org i N-org uległa podwyższeniu o 17-33% w porównaniu z wynikami uzyskanymi przez BULiGL w roku poprzednim.

**Wzrost roślin.** Nawożenie organiczne kompostem z próchnicy leśnej zwiększyło istotnie wysokość sadzonek sosny (tab. 1).

**Tabela 1.** Wyniki analizy wariancji doświadczenia z sadzonkami sosny w szkółce leśnej Bielawy w 2009 r.

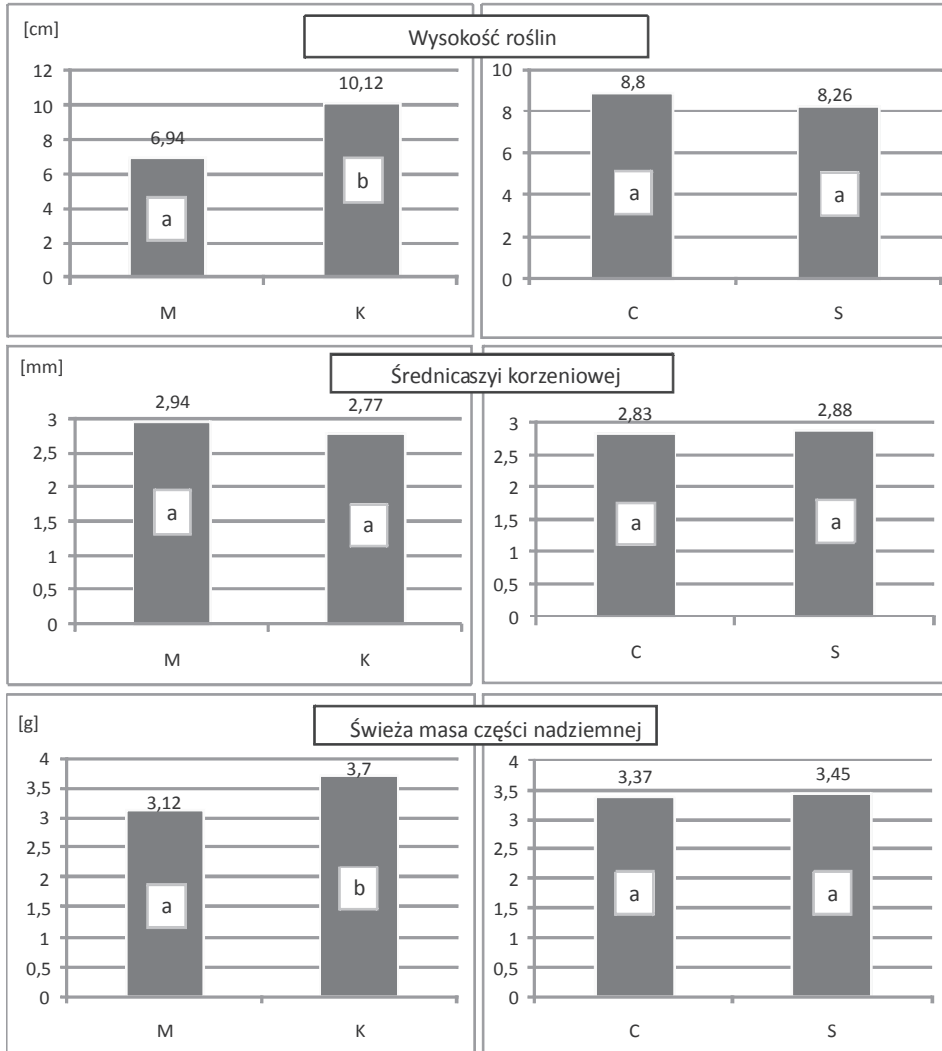
**Table 1.** Results of analysis of variance for experiment on Scots pine seedlings at Bielawy forest nursery in 2009

| Wyszczególnienie                          | Czynnik |      | Interakcja |      |
|-------------------------------------------|---------|------|------------|------|
|                                           | I       | II   | II/I       | I/II |
| Wysokość sadzonki (cm)                    | 0,449*  | r.n. | r.n.       | r.n. |
| Średnica szyjki korzeniowej sadzonki (mm) | r.n.    | r.n. | r.n.       | r.n. |
| Świeża masa części nadziemnych (g)        | 0,466*  | r.n. | r.n.       | r.n. |

Objaśnienia: \* –  $NIR_{0,05}$ , \*\* - r.n. – różnica nieistotna

Rośliny uprawiane na poletkach nawożonych kompostem były o 3,2 cm (46%) wyższe od rosnących na stanowiskach ze standardowym nawożeniem mineralnym stosowanym w szkółce (rys. 1).

Nie stwierdzono statystycznie udowodnionego wpływu ściółkowania na wzrost jednorocznych sadzonek sosny. Wynika to przede wszystkim z tego, że ściółkowanie wykonano dopiero na przełomie lata i jesieni (we wrześniu). Ściółkowanie stwarza mniej lub bardziej właściwe warunki wzrostu dla sadzonek różnych gatunków [Sayer 2006]. W prezentowanych badaniach ściółkowanie przeprowadzono w późniejszym czasie, aby stworzyć jak najlepsze warunki do rozprzestrzeniania się mezofauny – licznie występującej w wilgotnej ekto-próchnicy. Rosnące w rzędach rośliny sosny tworzyły rodzaj naturalnej osłony dla świeżej materii organicznej, zapobiegając jej niepożądanemu przemieszczaniu przez wiatr oraz – poprzez częściowe zacienienie międzyrzędzi – spowalniały przesychanie ściółki. Oczywiście jest, że późne, wrześniowe zastosowanie ściółkowania nie mogło wywierać istotnego wpływu na wzrost roślin przebiegający głównie przed wykonaniem ściółkowania (IV-VIII). Nie stwierdzono istotnego wpływu obu czynników na wielkość średnicy w szyjce korzeniowej.



**Rysunek 1.** Wysokość, średnica szyi korzeniowej i świeża masa części nadziemnej sadzonek zależnie od nawożenia i ściółkowania; a, b – te same litery oznaczają brak różnic istotnych statystycznie ( $p < 0,05$ )

**Figure 1.** Height, diameter of seedling collar-root and the fresh mass of above-ground parts of seedlings as dependent on fertilization and mulching; a, b – the same letter – in case of lack of significant differences ( $p < 0,05$ )

Nawożenie organiczne zwiększyło istotnie świeżą masę części nadziemnych sadzonek sosny (tab. 1). Rośliny uprawiane na poletkach z zastosowaniem kompostu cechowały się masą o 19% większą od rosnących na stanowiskach

z nawożeniem mineralnym (rys. 1). Nie stwierdzono istotnego oddziaływania drugiego z zabiegów – ściółkowania – na świeżą masę części nadziemnych sadzonek brzozy. W doświadczeniach z sosną zwyczajną przeprowadzonych uprzednio w szkółce Białe Błota (Nadleśnictwo Bydgoszcz) ściółkowanie przeprowadzano wcześniej – jeszcze przed wysianiem nasion drzew lub po wschodach siewek – w czerwcu [Klimek i in. 2008; Rolbiecki i in. 2007a,b]. Przedsięwzięcie stosowania tego zabiegu w praktyce szkółkarskiej może być jednak nieco kłopotliwe, ponieważ utrudnia mechaniczny wysiew nasion. W badaniach Leskiego i in. [2009] wykorzystanie ściółki sosnowej i dębowej istotnie wpłynęło na takie parametry wzrostu sadzonek sosny, jak wysokość oraz masę igieł i sadzonek, przy czym pozytywny wpływ na wysokość sadzonek miała tylko ściółka sosnowa. W doświadczeniu tym sucha masa sadzonek wzrosła o 36% w przypadku ściółki sosnowej oraz o 32% w wariancie ze ściółką dębową.

Pełna ocena efektów zastosowania nawożenia organicznego i ściółkowania ektopróchnicą leśną w prezentowanych badaniach będzie możliwa dopiero po uwzględnieniu kolejnego roku badań – 2010 (produkcja sadzonek w cyklu dwuletnim) oraz powtórzeniu doświadczenia (dla sadzonek jednorocznych i dwuletnich) w kolejnych latach (sezonach wegetacyjnych) dla zminimalizowania wpływu zmienności warunków meteorologicznych.

**Występowanie roztoczy glebowych.** Możliwe jest kształtowanie aktywności biologicznej środowiska glebowego przez stosowanie różnych zabiegów melioracyjnych. Ściółkowanie oraz nawożenie organiczne można zaliczyć do tzw. zabiegów zoomelioracyjnych [Szujecki 1990], które polegają na introdukcji fauny glebowej oraz stwarzaniu dla niej odpowiednich warunków rozwoju. Obecność licznej mezofauny glebowej, w tym roztoczy, powinna pozytywnie oddziaływać na różnorodność biologiczną gleb oraz zapewniać większą efektywność mikoryzacji. Stawonogi te dzięki powiązaniom troficznym wpływają na aktywność mikroorganizmów glebowych – żerując na bakteriach i grzybach utrzymują je w fazie wzrostu, spełniają rolę katalizatora ich aktywności przez stymulację ich propagul dzięki błonie perytroficznej, jaką otaczają swoje wydaliny [Lavelle 1997, Walter i Proctor 1999].

Wiosną – przed przeprowadzeniem ściółkowania – zagęszczenie roztoczy na badanym terenie było niskie, a różnice pomiędzy średnią liczebnością na poszczególnych stanowiskach nie były istotne statystycznie (tab. 2).

Wśród tych stawonogów najliczniej występowały *Actinedida*, które stanowiły w tym okresie od 91 do 100% wszystkich roztoczy. Jesienią ich udział w zgrupowaniach roztoczy wyraźnie spadł, szczególnie po przeprowadzeniu ściółkowania. Po tym zabiegu znacznie wzrosła liczebność zaliczanych do saprofagów mechowców – stanowiły 51-82% *Acari*. Należy wspomnieć, iż wysoki sięgający ok. 70% udział mechowców jest charakterystyczny dla gleb leśnych [Klimek 2000].



**Tabela. 2.** Zagęszczenie roztoczy ( $N$  w tys. osobn.  $\cdot m^{-2}$ ) oraz liczba gatunków ( $S$ ), średnia liczba gatunków ( $s$ ) i wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona ( $H$ ) dla zgrupowań mechowców w uprawie sosny wiosną (w) i jesienią (j)

**Table 2.** Abundance ( $N$  in 1000 individuals  $\cdot m^{-2}$ ) of mites, number of Oribatida species ( $S$ ), average number of species ( $s$ ) and Shannon ( $H$ ) in studied variants of Scots pine cultivation in spring (w) and in autumn (j)

| Wskaźnik – takson                            | Wariant doświadczenia |                    |                    |                   |                    |                    |                    |                    |
|----------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                              | MC                    |                    | KC                 |                   | SM                 |                    | SK                 |                    |
|                                              | w                     | j                  | w                  | j                 | w                  | j                  | w                  | j                  |
| <i>N – Camisia spinifer</i> (C.L. Koch)      | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,06               | -                  | -                  |
| <i>Carabodes forsslundi</i> Sellnick         | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,06 <sup>a</sup>  | -                  | 0,18 <sup>a</sup>  |
| <i>Carabodes subarcticus</i> Trägårdh        | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,06 <sup>a</sup>  | -                  | 0,12 <sup>a</sup>  |
| <i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)        | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,06               | -                  | -                  |
| <i>Eupelops torulosus</i> (C.L. Koch)        | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,12               | -                  | -                  |
| <i>Furcoribula furcillata</i> (Nordenskiöld) | -                     | -                  | -                  | 0,06 <sup>b</sup> | -                  | 1,38 <sup>a</sup>  | -                  | 0,30 <sup>b</sup>  |
| <i>Hemileius initialis</i> (Berlese)         | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,12               | -                  | -                  |
| <i>Metabelba pulverulenta</i> C.L. Koch      | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,48 <sup>a</sup>  | -                  | 0,12 <sup>b</sup>  |
| <i>Microtritia minima</i> (Berlese)          | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,06               | -                  | -                  |
| <i>Nothrus silvestris</i> Nicolet            | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,06               | -                  | -                  |
| <i>Oppiella neerlandica</i> (Oudemans)       | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,06               | -                  | -                  |
| <i>Oppiella nova</i> (Oudemans)              | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,48 <sup>a</sup>  | 0,06 <sup>b</sup>  | 0,18 <sup>b</sup>  |
| <i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)          | -                     | 0,06 <sup>a</sup>  | -                  | 0,06 <sup>a</sup> | -                  | 0,66 <sup>b</sup>  | -                  | 0,12 <sup>a</sup>  |
| <i>Pergalumna nervosa</i> (Berlese)          | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,42 <sup>a</sup>  | -                  | 0,18 <sup>a</sup>  |
| <i>Phthiracarus longulus</i> (C.L. Koch)     | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,06 <sup>a</sup>  | -                  | 0,06 <sup>a</sup>  |
| <i>Rhysotritia duplicata</i> (Grandjean)     | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,54 <sup>a</sup>  | -                  | 0,06 <sup>b</sup>  |
| <i>Suctobelba</i> spp.                       | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,48 <sup>a</sup>  | -                  | 0,06 <sup>b</sup>  |
| <i>Tectocephus velatus</i> (Michael)         | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 2,53 <sup>a</sup>  | -                  | 0,48 <sup>b</sup>  |
| <i>Trhypochthonius tectorum</i> (Berlese)    | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | 0,18               | -                  | -                  |
| <i>N – Oribatida</i> (razem)                 | -                     | 0,06 <sup>a</sup>  | -                  | 0,12 <sup>a</sup> | -                  | 7,89 <sup>b</sup>  | 0,06 <sup>a</sup>  | 1,87 <sup>c</sup>  |
| <i>S – Oribatida</i>                         | -                     | 1                  | -                  | 2                 | -                  | 19                 | 1                  | 11                 |
| <i>s – Oribatida</i>                         | -                     | 0,10 <sup>a</sup>  | -                  | 0,20 <sup>a</sup> | -                  | 5,40 <sup>b</sup>  | 0,10 <sup>a</sup>  | 2,10 <sup>c</sup>  |
| <i>H – Oribatida</i>                         | -                     | -                  | -                  | 0,69              | -                  | 2,24               | -                  | 2,18               |
| <i>N – Acaridida</i>                         | -                     | -                  | 0,06               | -                 | -                  | -                  | -                  | -                  |
| Actinedida                                   | 0,42 <sup>ac</sup>    | 0,48 <sup>ac</sup> | 1,08 <sup>ac</sup> | 0,24 <sup>a</sup> | 0,42 <sup>ac</sup> | 1,57 <sup>bc</sup> | 0,60 <sup>ac</sup> | 1,57 <sup>bc</sup> |
| Mesostigmata                                 | -                     | 0,06 <sup>a</sup>  | -                  | -                 | -                  | 0,12 <sup>a</sup>  | -                  | 0,18 <sup>a</sup>  |
| Tarsonemida                                  | -                     | -                  | -                  | -                 | -                  | -                  | -                  | 0,06               |
| <i>N – Acari</i> (razem)                     | 0,42 <sup>a</sup>     | 0,60 <sup>a</sup>  | 1,14 <sup>a</sup>  | 0,36 <sup>a</sup> | 0,42 <sup>a</sup>  | 9,57 <sup>b</sup>  | 0,66 <sup>a</sup>  | 3,67 <sup>c</sup>  |

Objaśnienia: <sup>a,b,c</sup> – te same litery oznaczają brak różnic istotnych statystycznie ( $p < 0,05$ )

W niniejszym doświadczeniu stwierdzono występowanie 19 gatunków mechowców. Na początku cyklu, zaraz po założeniu poletek, stwierdzono tylko 1 gatunek z tego rzędu roztoczy. Jesienią na powierzchni MC odnotowano występowanie 1 gatunku, na stanowisku nawożonym kompostem ściółkowym 2, a w wariantach ściółkowanych od 11 do 19 taksonów *Oribatida*. Najwyższe wartości wskaźników różnorodności gatunkowej  $s$  i  $H$  odnotowano w wariancie SM, a nieco niższe w SK. Najliczniejszym mechowcem na badanym terenie był

*Tectocephus velatus* (0,48-2,53 tys. osobn. · m<sup>-2</sup>). Na stanowiskach ściółkowanych na drugim miejscu w hierarchii tych roztoczy była *Furcoribula furcillata*. Pierwszy z wymienionych gatunków jest kosmopolityczny i eurytopowy, szybko kolonizuje nowe tereny, jest związany z różnymi typami lasów, licznie występuje w borach sosnowych [Klimek 2000, Maraun i Scheu 2000, Weigmann 2006]. Drugi natomiast to dość duży mechowiec (ok. 600 µm), licznie spotykany w Polsce, zaliczany do gatunków holarktycznych [Olszanowski i in. 1996].

Zastosowane w tym doświadczeniu ściółkowanie świeżą próchnicą nadkładową pochodzącą z gleby leśnej wyraźnie pozytywnie wpłynęło na liczebność oraz różnorodność gatunkową mechowców. W pierwszym roku badań nie odnotowano natomiast wpływu nawożenia kompostem ściółkowym na te roztocze. Wynika z tego, iż w trakcie dwuletniego cyklu kompostowania, żyjąca wcześniej w glebie leśnej akarofauna wyginęła, a zasiedlenie odpowiednich kwater przez mechowce – pomimo poprawy warunków troficznych – nie nastąpiło w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego.

## PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych badań wynika, iż poziom powierzchniowy badanej pokrywy glebowej charakteryzował się odczynem kwaśnym. Nawożenie organiczne kompostem z próchnicy leśnej zwiększyło istotnie wysokość sadzonek sosny – rośliny uprawiane na poletkach nawożonych kompostem były o 46% wyższe niż nawożone tylko mineralnie. Nawożenie organiczne zwiększyło też istotnie świeżą masę części nadziemnych sadzonek sosny. Nie odnotowano natomiast wpływu przeprowadzonego we wrześniu ściółkowania na badane parametry roślin.

Wiosną zagęszczenie roztoczy na badanym terenie było niskie. Wśród tych stawonogów najliczniej występowały *Actinedida*, które stanowiły od 91 do 100% wszystkich roztoczy. Po przeprowadzeniu ściółkowania świeżą ektopróchnicą znacznie wzrosła liczebność zaliczanych do saprofagów mechowców – stanowiły 51-82% *Acari*. Na stanowiskach tych odnotowano 11-19 gatunków mechowców, a najliczniejszym przedstawicielem tego rzędu roztoczy był *Tectocephus velatus*.

*Badania prowadzono w Nadleśnictwie Dobrzejewice.*

## BIBLIOGRAFIA

- Aleksandrowicz-Trzeńska 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.
- Berthet P., Gerard G. A statistical study of microdistribution of *Oribatei* (*Acari*) I. The distribution pattern. Oikos 16, 1965, s. 214-227.

- Brzezińska M. *Aktywność biologiczna oraz procesy jej towarzyszące w glebach organicznych nawadnianych oczyszczonymi ściekami miejskimi (badania polowe i modelowe)*. Acta Agrophysica 131, PAN, Rozprawy i Monografie 2006 (2), Lublin, 2006, 164 ss.
- Colinas C., Molina R., Trappe J., Perry D. *Ectomycorrhizas and rhizosphere microorganisms of seedlings of Pseudotsuga menziesii (Mirb) Franco planted on a degraded site and inoculated with forest soils pretreated with selective biocides*. New Phytologist 127, 1994, s. 529-537.
- Hilszczańska D. *Wpływ podłoża szkółkarskich na rozwój mikoryz sosny Pius sylvestris L.* Sylwan 144 (4), 2000, s. 93-97.
- 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, 93 ss.
- Klimek A., Rolbiecki S., 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.
- Lavelle P. *Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function*. Adv. Ecol. Res. 27, 1997, s. 93-132.
- Leski T., Rudawska M., Aučina A., Skridaila A., Riepšas E., Pietras M. *Wpływ ściółki sosnowej i dębowej na wzrost sadzonek sosny i zbiorowiska grzybów mikoryzowych w warunkach szkółki leśnej*. Sylwan, 153 (10), 2009, s. 675-683.
- Maraun M., Scheu S. *The structure of oribatid mite communities (Acari, Oribatida): patterns, mechanisms and implications for future research*. Ecography 23, 2000, s. 374-383.
- Olszanowski Z., Rajski A., Niedbała W. *Roztocze – Acari. Mechowce – Oribatida*. Wyd. Sorus, Katalog fauny Polski Cz. XXXIV, tom 9, Poznań, 1996, 243 ss.
- Olszowska G., Zwoliński J., Matuszczyk I., Syrek D., Zwolińska B., Pawlak U., Kwapis Z., Dudzińska M. *Wykorzystanie badań aktywności biologicznej do wyznaczenia wskaźnika żyzności gleb w drzewostanach sosnowych na siedliskach boru świeżego i boru mieszanego świeżego*. Leśne Prace Badawcze 3, 2005, s. 17-37.
- 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, 1-63 ss.
- Rolbiecki R., Podsiadło C., Klimek A., Rolbiecki S. *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*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3, 2007a, s. 131-140.
- Rolbiecki R., Podsiadło C., Klimek A., Rolbiecki S. *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*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2007b, s. 187-195.
- Rolbiecki S., Klimek A., Rolbiecki R., Kuss M., Fórmaniak A., Ryterska H. *Wstępne badania nad oddziaływaniem wybranych zabiegów rewitalizacyjnych na wzrost dwuletnich siewek sosny zwyczajnej oraz występowanie roztoczy (Acari) glebowych w szkółce leśnej Bielawy w Nadleśnictwie Dobrzejewice*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 13, 2010, s. 51-62.
- Roldán A., Querejeta I., Albaladejo J., Castillo V. *Survival and growth of Pinus halepensis Miller seedlings in a semi-arid environment after forest soil transfer, terracing and organic amendments*. Annals of Forest Science 53, 1996, s. 1099-1112.
- Sayer E.J. *Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems*. Biol. Rev., 81, 2006, s. 1-31.

- Szujewski A. *Ekologiczne aspekty odtwarzania ekosystemów leśnych na gruntach porolnych*. Sylwan 3-12, Warszawa, 1990, s. 23-40.
- Walter D.E., Proctor H.C. *Mites. Ecology, Evolution and Behaviour*. CABI Publishing. New York. USA, 1999, 322 ss.
- Weigmann G. *Hornmilben (Oribatida). Die Tierwelt Deutschlands*. Teil 76. Goecke & Evers, Keltern, 2006, 520 ss.

Dr hab. inż. Andrzej Klimek, prof. UTP  
Zakład Kształtowania Krajobrazu  
Katedra Zoologii  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy  
ul. Ks. Kordeckiego 20  
85-224 Bydgoszcz  
tel. 0523749409,  
e-mail: klimek@utp.edu.pl

Dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, prof. UTP  
Katedra Melioracji i Agrometeorologii  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy  
ul. Bernardyńska 6  
85-856 Bydgoszcz  
tel. 0523749581  
e-mail: rolbs@utp.edu.pl

Dr inż. Roman Rolbiecki  
Katedra Melioracji i Agrometeorologii  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy  
ul. Bernardyńska 6  
85-856 Bydgoszcz  
tel. 0523749552,  
e-mail: rolbr@utp.edu.pl

Prof. dr hab. inż. Jacek Długosz  
Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy  
ul. Bernardyńska 6  
85-029 Bydgoszcz  
tel. 0523749512  
e-mail: jacekd@utp.edu.pl

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

Recenzent *Prof. dr hab. Cezary Podsiadło*