



**ROZTOCZE (ACARI) GLEBOWE RIZOBOKSÓW
Z ROŚLINAMI JABŁONI PO APLIKACJI NAWOZÓW
I WYBRANYCH BIOPREPARATÓW**

*Andrzej Klimek¹, Bogusław Chachaj¹, Lidia Sas-Pasz², Mateusz Frąc²,
Michał Przybył², Beata Sumorok², Waldemar Treder²*

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

²Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

**SOIL MITES (ACARI) IN RHIZOBOKSES WITH APPLE
TREES AFTER APPLICATION OF FERTILIZERS
AND SELECTED BIOPREPARATIONS**

Streszczenie

Celem badań było określenie liczebności i składu grupowego roztoczy (*Acari*) oraz składu gatunkowego mechowców (*Oribatida*) w rizoboksach, w których rosły jabłonie odmian „Topaz” i „Ariwa”, a także zbadanie potencjalnego wpływu zastosowanych w doświadczeniu biopreparatów na akarofaunę. Badania zostały przeprowadzone w latach 2011–2012 na bazie doświadczenia szklarniowego założonego w 2009 roku w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach szczepionych na podkładce M-26. Badania akarologiczne prowadzone były w rizoboksach w następującym układzie wariantów: C – kontrola (bez nawożenia), N – nawożenie mineralne (standardowe nawożenie mineralne NPK, w dawkach 70/60/120 kg składnika na ha), O – nawożenie obornikiem (dawka 30 t/ha), M – aplikacja biopreparatu Mycosat (20 g/roślinę + ½ dawki obornika, 2,5 g na rizoboks), H – aplikacja biopreparatu Humus Active 2% + Aktywit PM 1%.

Średnia ogólna liczebność roztoczy w poszczególnych wariantach doświadczenia była dość wyrównana i wahała się w zakresie od 10,70

(w wariancie C) do 12,97 tys. osobn. \cdot m⁻² w wariancie z nawożeniem mineralnym. W zbadanym materiale w hierarchii zgrupowań roztoczy bardzo wyraźnie dominowały mechowce, które stanowiły od 73,9 do 91,2% tych stawonogów. Najniższy ich udział stwierdzono w rizoboksach kontrolnych, a najwyższy z aplikacją biopreparatu Humus Active + Aktywit PM (H). Ogółem odnotowano występowanie 6 gatunków mechowców. Najmniejszą liczbę gatunków (2) stwierdzono w rizoboksach kontrolnych, największą natomiast w wariancie M (5). Wśród mechowców zawsze silnie dominował *Tectocepheus velatus* – $D = 89,4-99,1\%$. Liczebność tego gatunku we wszystkich rizoboksach była wysoka (7,50-11,62 tys. osobn. \cdot m⁻²), a najliczniej występował w wariancie H.

Słowa kluczowe: rizoboksy z roślinami jabłoni, biopreparaty, bionawozy, Acari, Oribatida.

Summary

The aim of the study was to determine the population density and group composition of soil mites (Acari), and especially species composition of oribatid mites (Oribatida), in rhizoboxes with apple trees, and to investigate the potential effect of biopreparations on the Acari fauna. The investigations were conducted in 2011-2012, on the basis of a glasshouse experiment established at the Institute of Horticulture in Skierniewice in 2009. The acarological examinations were carried out in rhizoboxes with apple cultivars 'Topaz' and 'Ariwa' grafted on M.26 rootstock and growing in the following combinations: C – control (without fertilization), N – mineral fertilization (standard NPK mineral fertilization, in doses of 70/60/120 kg of respective ingredient per hectare), O – fertilization with manure (at 30 t/ha), M – application of the biopreparation Mycosat (20 g/plant + ½ dose of manure, i.e. 2.5 g per rhizobox), H – application of the biopreparation Humus Active 2% + Aktywit PM 1%.

The average total number of soil mites in the different experimental combinations was in the range from 10.70 (combination C) to 12.97 thousand indiv. \cdot m⁻² (combination N). Within the hierarchy of mites, the predominant group were oribatid mites, which constituted from 73.9 to 91.2% of all soil mites. The lowest number of them was found in the control rhizoboxes, and the highest in the combination with the biopreparations Humus Active + Aktywit PM (H). Altogether, 6 species of Oribatida were found in the experiment. The lowest number of Oribatida species (2) was found in the control rhizoboxes, and the highest in combination M (5). Among the Oribatida, the species that was always strongly dominant was *Tectocepheus velatus* ($D = 89.4-99.1\%$).

The population density of this species was high in all the rhizoboxes (7.50-11.62 thousand indiv. · m⁻²), with the largest numbers found in combination H.

Key words: *rhizoboxes with apple trees, biopreparations, biofertilizers, Acari, Oribatida.*

WPROWADZENIE

W Polsce nadal obserwuje się wzrost zainteresowania produktami gospodarstw ekologicznych, co wpływa też na popularność takiego sposobu produkcji sadowniczej. Sadowników obowiązują jednak liczne ograniczenia istniejące w rolnictwie ekologicznym. Uważa się, że w ekologicznym gospodarstwie sadowniczym nawożenie powinno opierać się głównie na oborniku i kompoście (Zydlik 2006). Jednak ograniczona dostępność tradycyjnych nawozów organicznych jest poważną przeszkodą zagrażającą rozwojowi tego sektora ogrodnictwa (Sas-Paszt i in. 2011a,b). Z tego powodu poszukuje się innowacyjnych nawozów i technologii dla ekologicznej produkcji owoców: muszą to być preparaty pochodzenia naturalnego, nieszkodliwe dla ludzi i korzystne dla środowiska, zawierające odżywcze i biologicznie aktywne substancje oraz związki stymulujące wzrost roślin i produkcję owoców.

W 2009 r. w szklarni Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach rozpoczęto badania nad wpływem efektywności działania bionawozów i inokulantów bakteryjno-mikoryzowych na wzrost wegetatywny jabłoni oraz aktywność procesów zachodzących w ryzosferze tych roślin. Wstępne wyniki badań wskazują na korzystny wpływ zastosowanych biopreparatów na zmniejszenie średnicy korzeni i zwiększenie liczby ich wierzchołków, które są istotnymi parametrami mającymi znaczenie w pobieraniu wody i składników mineralnych przez rośliny (Sas-Paszt i in. 2011b).

Celem niniejszych badań było określenie struktury zgrupowań roztoczy (*Acari*) glebowych oraz składu gatunkowego mechowców (*Oribatida*) w ryzoboksach (skrzyniach korzeniowych), w których uprawiano jabłonie, a także zbadanie potencjalnego wpływu zastosowanych w doświadczeniu biopreparatów na akarofaunę.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w latach 2011-2012 na bazie doświadczenia szklarniowego założonego w 2009 roku w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach na jabłoniach odmian „Topaz” i „Ariwa” szczepionych na podkładce M-26. Badania akarologiczne prowadzone były w ryzoboksach w następującym

układzie wariantów: C – kontrola (bez nawożenia), N – nawożenie mineralne (standardowe nawożenie mineralne NPK, w dawkach 70/60/120 kg składnika na ha), O – nawożenie obornikiem (dawka 30 t/ha), M – aplikacja biopreparatu Mycosat (20 g/roślinę + ½ dawki obornika, 2,5 g na rizoboks), H – aplikacja biopreparatu Humus Active 2% + Aktywit PM 1%. Rizoboksy o wymiarach 60 cm × 50 cm × 8 cm wykonano z PCV (fot. 1). Glebę do doświadczenia pobrano z warstwy ornej Sadu Doświadczalnego w Dąbrowicach. Skrzynie z drzewkami ustawiono na stelażach pod kątem 60°. W okresie wegetacji drzewka chroniono przed chorobami i szkodnikami oraz nawadniano kropłowo.



Fotografia 1. Pobieranie próbek do badań akarologicznych w rizoboksach z roślinami jabłoni

Photo 1. Sampling for mites research in rhizoboxes with apple trees

Próbki do badań akarologicznych pobierano wiosną, latem i jesienią, 6-krotnie w kolejnych terminach: 31.03.2011, 19.07.2011, 20.10.2011, 27.04.2012, 06.07.2012, 23.10.2012. Próbki o wymiarach 4,5 cm² × 3 cm głębokości pobrano z każdego wariantu doświadczenia w 10 powtórzeniach (z 10 rizoboksów po 1 próbce). Ogółem pobrano 240 próbek gleby, które poddano ekstrakcji przez 7 dni w aparatach Tullgrena, a następnie roztocze konserwowano i preparowano. Do gatunku lub rodzaju oznaczono mechowce, łącznie ze stadiami

młodocianymi. Pozostałe roztocze oznaczono do rzędów. Przedmiotem analizy było 1922 *Acari*, w tym 1603 *Oribatida*. Średnie zagęszczenie (N) roztoczy podano w przeliczeniu na 1 m² gleby, wskaźnik dominacji D w %, a różnorodność gatunkową mechowców wyrażono za pomocą liczby gatunków (S) i średniej liczby gatunków w próbce (s). Obliczenia statystyczne przeprowadzono za pomocą programu Statistica 6 – istotność różnic weryfikowano stosując analizę wariancji (Anova – test post-hoc NIR Fishera). Przed analizą statystyczną dane liczbowe poddano transformacji logarytmicznej – $\ln(x+1)$ (Berthet i Gerard 1965).

Tabela 1. Zagęszczenie roztoczy (N w tys. osobn. · m⁻²), stosunek liczebny *Oribatida* do *Actinedida* (Or/Ac), % stadiów młodocianych (% juv) mechowców, liczba gatunków (S) oraz średnia liczba gatunków (s) w badanych wariantach doświadczenia

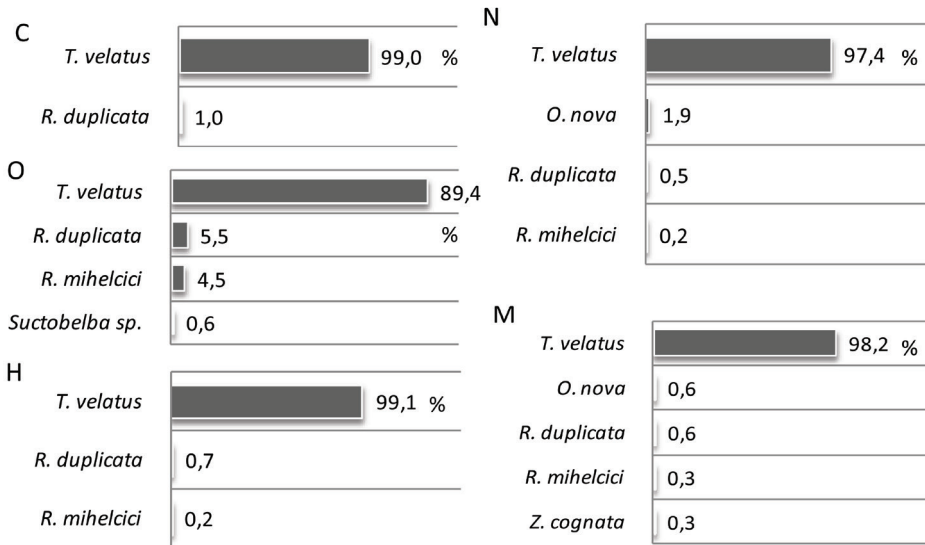
Table 1. Abundance of mites (N in 1000 individuals · m⁻²), the ratio in numbers *Oribatida/Actinedida* (Or/Ac), % of juvenile *Oribatida* forms, number species (S), average number of species (s) in studied variants of the experiment

Wskaźnik – Takson Index – Taxon	Wariant doświadczenia Variant of the experiment				
	C	N	O	M	H
N – <i>Acaridida</i>	0,27 ^A	0,27 ^A	0,79 ^B	0,19 ^A	0,03 ^A
<i>Actinedida</i>	1,57 ^A	1,08 ^{AB}	1,33 ^A	1,65 ^{AC}	0,79 ^{BC}
<i>Mesostigmata</i>	0,87 ^A	0,05 ^B	0,38 ^A	0,51 ^A	0,27 ^A
<i>Oribatida</i>	7,91 ^A	11,56 ^A	8,40 ^A	9,21 ^A	11,73 ^A
<i>Tarsonemida</i>	0,08 ^A	-	-	0,05 ^A	0,05 ^A
<i>Acari</i> (Razem – Total)	10,70 ^A	12,97 ^A	10,89 ^A	11,62 ^A	12,86 ^A
% juv – <i>Oribatida</i>	49,3	44,5	21,6	43,2	42,3
S – <i>Oribatida</i>	2	4	4	5	3
s – <i>Oribatida</i>	0,65 ^A	0,77 ^A	0,73 ^A	0,68 ^A	0,62 ^A
N – <i>Oppiella nova</i> (Oudemans)	-	0,22 ^A	-	0,05 ^A	-
<i>Ramusella mihelcici</i> (Pérez-Íñigo)	-	0,03 ^A	0,38 ^B	0,03 ^A	0,03 ^A
<i>Rhysotritia duplicata</i> (Grandjean)	0,08 ^A	0,05 ^A	0,46 ^A	0,05 ^A	0,08 ^A
<i>Suctobelba</i> sp.	-	-	0,05	-	-
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	7,83 ^A	11,27 ^A	7,50 ^A	9,05 ^A	11,62 ^A
<i>Zygoribatula cognata</i> (Oudemans)	-	-	-	0,03	-

Objaśnienia: ^{A,B} – te same litery oznaczają brak istotnych różnic ($p < 0,05$).

Explanations: ^{A,B} – the same letter means the insignificant difference ($p < 0,05$).

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 1. Struktura dominacji (D w %) mechowców w rizoboksach w poszczególnych wariantach doświadczenia C, N, O, M i H
Figure 1. The structure of Oribatida domination (D w %)) in rhizoboxes, in different experimental variants of C, N, O, M and H

WYNIKI I DISKUSJA

Liczebność i struktura zgrupowań roztoczy (*Acari*). Roztocze mogą występować w wielu różnych środowiskach, jednak zdecydowana ich większość, a szczególnie mechowce, preferuje siedliska bogate w materię organiczną (Gulvik 2007). Są dużą i funkcjonalnie ważną grupą organizmów glebowych, co czyni je dobrymi bioindykatorami systemu glebowego (Behan-Pelletier 1999, 2003, Klimek 2000, Ruf and Beck 2005, Gulvik 2007). W środowiskach glebowych wśród roztoczy dominują przeważnie mechowce, które są jedną z najważniejszych grup fauny glebowej. *Oribatida* mają pozytywny bezpośredni wpływ na tworzenie i utrzymanie prawidłowej struktury gleby, rozprzestrzenianie się bakterii i grzybów, a pośrednio na tworzenie endo- i ektomikoryz (Behan-Pelletier 1999, Klironomos i Kendrick 1996, Schneider i in. 2005, Remén i in. 2010).

Średnia ogólna liczebność roztoczy w zbadanych rizoboksach była dość wyrównana i wahała się w zakresie od 10,70 (w wariantcie kontrolnym – C) do 12,97 tys. osobn. · m⁻² w wariantcie z nawożeniem mineralnym (tab. 1). Różnice pomiędzy poszczególnymi wariantami doświadczenia nie były istotne sta-

tystycznie. W zbadanym materiale w hierarchii zgrupowań roztoczy bardzo wyraźnie dominowały mechowce, które stanowiły 73,9-91,2% tych stawonogów. Najniższy ich udział stwierdzono w rizoboksach kontrolnych, a najwyższy z aplikacją biopreparatu Humus Active + Aktywit PM (H). W tym wariancie odnotowano też najwyższą bezwzględną liczebność tych roztoczy – 11,73 tys. osobn. · m⁻². Na drugim miejscu w hierarchii roztoczy, we wszystkich wariantach doświadczenia, były *Actinedida* – ich zagęszczenie było zróżnicowane. Trzecią pod względem liczebności grupą omawianych pajęczaków były zaliczane do drapieżników *Mesostigmata*. W tym przypadku najniższe zagęszczenie odnotowano w skrzyniach korzeniowych nawożonych mineralnie (N). Mniej licznymi rzędami roztoczy były *Acaridida* i *Tarsonemida*.

Struktura wiekowa i różnorodność gatunkowa mechowców (*Oribatida*). W zbadanym materiale formy dorosłe mechowców przeważały nad młodocianymi (tab. 1). Najwięcej larw i nimf stwierdzono w rizoboksach kontrolnych (49,3%), najmniej było ich w nawożonych obornikiem (21,6%).

Ogółem w niniejszym doświadczeniu odnotowano występowanie 6 taksonów mechowców. Roztocze te bardzo licznie występują w ekosystemach otwartych (takich jak łąka czy las), gdzie na jednym stanowisku badawczym spotyka się przeważnie od kilkunastu do kilkudziesięciu gatunków, a czasami nawet ponad 100. Trudno jednak porównywać występowanie mechowców w zamkniętej szklarni z ekosystemami otwartymi. Fauna mechowców w warunkach szklarniowych jest rzadko opisywana. Dla przykładu Niedbała (2010) stwierdził w Palmiarni Poznańskiej występowanie 12 gatunków z grupy *Ptyctima*, a Skubała i in. (2001) na Górnym Śląsku zebrali w różnych typach roślinności szklarniowej 1715 mechowców, reprezentujących 58 gatunków. W badaniach tych nie stwierdzono zależności pomiędzy mechowcami a gatunkami roślin.

Najmniejszą liczbę gatunków mechowców (2) stwierdzono w wariancie kontrolnym, największą natomiast w rizoboksach z dodatkiem biopreparatu Mycosat (5). Różnice w średniej liczbie gatunków s pomiędzy poszczególnymi wariantami doświadczenia nie były istotne statystycznie.

Analiza występowania wybranych gatunków mechowców. Wśród mechowców we wszystkich wariantach silnie dominował *Tectocephus velatus* – $D = 89,4-99,1\%$ (rys. 1). Liczebność tego gatunku zawsze była wysoka (7,50-11,62 tys. osobn. · m⁻²), a najliczniej występował w wariancie H (tab. 1). *T. velatus* jest pospolitym mechowcem glebowym występującym w różnych biotopach (Weigmann i Kratz 1981), charakteryzuje go wysoki wskaźnik reprodukcji, związany z jego partenogenezą, i dużą zdolnością kolonizacji nowych środowisk (Siepel 1994, Skubała i Gulvik 2005). Ponadto jest zaliczany do mykofagów (Luxton 1972, Ponge 1991) i może żerować na grzybach mikoryzowych (Schneider i in. 2005, Remén i in. 2010), przyczyniając się do ich rozprzestrzeniania.

Odnotowane w rizoboksach zagęszczenie *T. velatus* uznać można za wysokie i porównywalne z uzyskiwanym w ekosystemach otwartych. Przykłado-

wo, niższe zagęszczenie tego mechowca stwierdzono w początkowych stadiach sukcesji leśnej: w glebie zdegradowanej – 0,69-2,75 tys. osobn. · m⁻² (Klimek i in. 2013), na gruncie porolnym – 0,22-5,16 i w glebie leśnej – 0,40-4,33 tys. osobn. · m⁻² (Klimek i Kowalska 2013). Wyraźnie wyższe natomiast w 20-letnich młodnikach sosnowych z 5 cm warstwą próchnicy nadkładowej (do 119 tys. osobn. · m⁻²) (Klimek 2000).

Poza wymienionym gatunkiem, we wszystkich wariantach doświadczenia występowała tylko *Rhysotritia duplicata*, jednak zagęszczenie tego mechowca było niskie – 0,05-0,46 tys. osobn. · m⁻². W większości skrzyń korzeniowych, z wyjątkiem wariantu C, występowała też *Ramusella mihelcici*. Mechowce z pozostałych taksonów w tychże badaniach odnotowano sporadycznie.

PODSUMOWANIE

Średnia ogólna liczebność roztoczy w poszczególnych wariantach doświadczenia była dość wyrównana i wahała się w zakresie od 10,70 (w wariancie C) do 12,97 tys. osobn. · m⁻² w wariancie z nawożeniem mineralnym. W zbadanym materiale w hierarchii zgrupowań roztoczy bardzo wyraźnie dominowały mechowce, które stanowiły od 73,9 do 91,2% tych stawonogów. Najniższy ich udział stwierdzono w rizoboksach kontrolnych, a najwyższy z aplikacją biopreparatu Humus Active + Aktywit PM (H). Ogółem w niniejszym doświadczeniu odnotowano występowanie 6 gatunków mechowców. Najmniejszą liczbę gatunków mechowców (2) stwierdzono w wariancie kontrolnym, największą natomiast w rizoboksach z dodatkiem biopreparatu Mycosat (5). Wśród mechowców zawsze silnie dominował *Tectocephus velatus* – D = 89,4-99,1%. Liczebność tego gatunku we wszystkich rizoboksach była wysoka (7,50-11,62 tys. osobn. · m⁻²), a najliczniej występował w wariancie H.

Badania opisane w niniejszej pracy wykonano w ramach projektu „Opracowanie innowacyjnych produktów i technologii dla ekologicznej uprawy roślin sadowniczych”, współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

LITERATURA

- Behan-Pelletier V.M. (1999). *Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role of bioindication*. Agric. Ecosyst. Environ. 74, 411-423.
- Behan-Pelletier V.M. (2003). *Acari and Collembola biodiversity in Canadian agricultural soils*. Can. J. Soil Sci. 83, 279-288.

- Berthet P., Gerard G. (1965). *A statistical study of microdistribution of Oribatei (Acari) I. The distribution pattern*. Oikos 16, 214-227.
- Gulvik M.E. (2007). *Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: a review*. Pol. J. Ecol. 55(3), 415-440.
- Klimek A. (2000). *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, 1-93.
- Klimek A., Kowalska A. (2013). *Porównanie akarofauny (Acari) glebowej na gruntach porolnych i leśnych w początkowym etapie sukcesji leśnej*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3/1, 47-57.
- Klimek A., Rolbiecki S., Długosz J. (2013). *Wybrane efekty rewitalizacji terenu popoligonowego w Nadleśnictwie Żołędowo*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3/1, 147-161.
- Klironomos, J.N., Kendrick, W.B. (1996). *Palatability of microfungi to soil arthropods in relation to the functioning of arbuscular mycorrhizae*. Biol. Fert. Soils 21, 43-52.
- Luxton M. (1972). *Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. I. Nutritional biology*. Pedobiologia 12, 434-463.
- Niedbała W. (2010). *Contribution to the knowledge of ptyctimous mites (Acari, Oribatida) in the Palm House in Poznań*. Biological Lett. 47(2), 87-92.
- Ponge I.F. (1991). *Succession of fungi and fauna during decomposition of needles in a small area of Scots pine litter*. Plant Soil 138, 99-113.
- Remén C., Fransson P., Persson T. (2010). *Population responses of oribatids and enchytraeids to ectomycorrhizal and saprotrophic fungi in plantesoil microcosms*. Soil Biol. Biochem. 42, 978-985.
- Ruf A., Beck L. (2005). *The use of predatory soil mites in ecological soil classification and assessment concepts, with perspectives for oribatid mites*. Ecotox. Environ. Safe. 62, 290-299.
- Sas-Paszt L., Sumorok B., Malusá E., Głuszek S., Derkowska E. (2011a). *The influence of bioproducts on root Growth and mycorrhizal occurrence in the rhizosphere of strawberry plants 'Elsanta'*. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 19(1), 13-34.
- Sas-Paszt L., Sitarek M., Weszczak K., Staniak A., Przybył M., Frąc M. (2011b) *Wpływ różnych biopreparatów organicznych na wzrost systemu korzeniowego dwóch odmian jabłoni szczepionych na podkładce m.26 i rosnących w rizoboksach*. Ogólnopolska Naukowa Konferencja Ekologiczna „Perspektywy rozwoju ekologicznej produkcji ogrodniczej”, 6-7.10.2011 r. Skierniewice, 57-58.
- Schneider K., Renker C., Maraun M. (2005). *Oribatid mite (Acari, Oribatida) feeding on ectomycorrhizal fungi*. Mycorrhiza 16, 67-72.
- Siepel H. (1994). *Life – history tactics of soil microarthropods*. Biol. Fert. Soils 18, 263-278.
- Skubała P., Gulvik M. (2005). *Pioneer oribatid mite communities (Acari: Oribatida) in natural (glacier foreland) and anthropogenic (post-industrial dumps) habitats*. Pol. J. Ecol. 53, 105-111.

- Skubała P., Niemi R., Mleczo I. (2001). *Oribatid mite fauna of greenhouses in Upper Silesia, Poland*. *Fragm. Faun.* 44, 365-370.
- Weigmann G., Kratz W. (1981). *Die deutschen Hornmilbenarten und ihre ökologische Charakteristik*. *Zool. Beitr.* 27, 459-489.
- Zydlík P. (2006). *Sadownicze uprawy ekologiczne w Polsce*. *Rocz. AR Pozn.* CCCLXXIX, *Ogrodn.* 40, 77-84.

Dr hab. inż. Andrzej Klimek, prof. UTP,
Katedra Zoologii i Kształtowania Krajobrazu, Uniwersytet Technologiczno-
Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz
tel. 0523749409, E-mail: klimek@utp.edu.pl

Dr inż. Bogusław Chachaj
Zakład Ekologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy,
ul. Ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz
E-mail: chachaj@utp.edu.pl

dr hab. Lidia Sas-Paszt, prof. IO
dr Beata Sumorok
mgr inż. Mateusz Frąc
mgr Michał Przybył
Instytut Ogrodnictwa
Oddział Sadownictwa, Zakład Agrotechniki, Pracownia Rizosfery
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice
E-mail: lidia.sas@inhort.pl

Prof. dr hab. Waldemar Treder
Instytut Ogrodnictwa
Zakład Agrotechniki Roślin Sadowniczych
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
E-mail: waldemar.treder@inhort.pl