



WYSTĘPOWANIE ROZTOCZY (ACARI) GLEBOWYCH W ŚCIOŁKOWANEJ ZRĘBKAMI UPRAWIE TRUSKAWKI

**Andrzej Klimek¹, Bogusław Chachaj¹, Lidia Sas-Paszt², Mateusz Frąć²,
Michał Przybył², Beata Sumorok², Waldemar Treder²**

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy,

²Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

SOIL MITES (ACARI) IN THE CULTIVATION OF STRAWBERRIES MULCHED WITH WOOD CHIPS

Streszczenie

Celem badań było określenie liczebności i składu grupowego roztoczy (*Acari*) oraz składu gatunkowego mechowców (*Oribatida*) w ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki. Badania terenowe przeprowadzono w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach w latach 2011-2012. Do badań wybrano powierzchnie ściółkowane zrębkami: ZC – zrębki bez dodatków, ZT – zrębki z dodatkiem biopreparatu TSB (niezidentyfikowana pałeczka Gram-ujemna), ZG – dodatek biopreparatu 7GII (niezidentyfikowany promieniowiec). Powierzchnią kontrolną był leżący w pobliżu poletek płat murawy z przewagą traw.

Na badanym terenie najliczniejszymi roztoczami były mechowce – 16,11-18,84 tys. osobn. · m⁻². Ich udział w zgrupowaniu roztoczy w płacie murawy wynosił 64,3%, a wyraźnie wyższy (86,8-89,5%) był w ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki. W uprawie truskawki stwierdzono ogółem 17 gatunków mechowców, a w pobliskim płacie murawy zaledwie 9. W glebie murawy dominował *Punctoribates punctum*, a w truskawce (w zależności od wariantu doświadczenia) *Ramusella mihelcici* lub *Tectocephus velatus*.

Odnotowana w niniejszych badaniach wysoka liczebność i różnorodność gatunkowa mechowców wynika z zabiegu ściółkowania, a zastosowane w doświadczeniu biopreparaty nie miały wpływu na te wskaźniki. Mulczowanie zrębkami poprawiło warunki mikroklimatyczne, zabezpieczyło glebę przed nadmiernym przesychaniem oraz dostarczyło materii organicznej niezbędnej do życia saprofagów i rozwoju mikroorganizmów (bakterii i grzybów), które są też ważnym elementem diety mechowców. Liczne występowanie roztoczy glebowych może mieć znaczenie praktyczne, gdyż stawonogi te, a szczególnie mechowce, mogą być wektorami wielu pożytecznych mikroorganizmów, np. grzybów mikoryzowych i saprotroficznych, które z kolei stymulują plonowanie roślin uprawnych.

Słowa kluczowe: uprawa truskawki, ściółkowanie, zrębki, bioindykacja, Acari, Oribatida.

Summary

The aim of the research was to determine the population density and group composition of soil mites (Acari), and in particular the species composition of oribatid mites (Oribatida), on strawberry plantations mulched with wood chips. Field studies were conducted in the experimental field of the Institute of Horticulture in Skierniewice in 2011-2012. The plots selected for examination were mulched with wood chips as follows: ZC – chips without additives, ZT – chips with the addition of the biopreparation TSB (unidentified Gram-negative rod bacteria), ZG – addition of the biopreparation 7GII (unidentified Actinobacteria). The control plot was a patch of grass near the experimental plots.

On the plots examined, the most abundant were oribatid mites, 16.11-18.84 thousand indiv. m⁻². They accounted for 64.3% of all the mites in the grass patch, but significantly more of them (86.8-89.5%) were found on the strawberry plantations mulched with wood chips. A total of 17 species of oribatid mites were identified on the strawberry plots, but only 9 in the nearby patch of grass. Punctoribates punctum dominated in the grass-covered soil, while the dominant species in the mulched soil were Ramusella mihelcici or Tectocepheus velatus (depending on the experimental combination).

The high abundance and species diversity of oribatid mites were a result of the mulching treatments, but the biopreparations used in the experiment did not affect these indicators. Mulching with wood chips improved the microclimate, protected the soil from excessive drying, and provided organic matter necessary for the life of saprophagans and development of micro-organisms (bacteria and fungi), which are also an important part of the diet of oribatid mites. Abundant occurrence

of the Oribatida in soil can be of practical importance as they can be vectors for a number of beneficial microorganisms, such as saprotrophic and mycorrhizal fungi, which in turn stimulate the yield of crops.

Key words: *strawberry, mulching, wood chips, bioindication, Acari, Oribatida.*

WPROWADZENIE

Warunki klimatyczne Polski są korzystne dla produkcji wysokiej jakości truskawek (Frąc i in. 2009). Na dobrą jakość owoców w głównej mierze wpływają jednak zabiegi agrotechniczne. Jednym z najważniejszych zabiegów decydujących o tym jest ściółkowanie (mulczowanie) plantacji (Kęsik i Maskalaniec 2005, Ochmian i in. 2007). Stosuje się ściółki syntetyczne lub organiczne, które korzystnie oddziałują m.in. na zaopatrzenie roślin ogrodniczych w składniki pokarmowe i wodę (Kęsik i Maskalaniec 2004). Treder i in. (2004, 2009) stwierdzili, iż ściółka ze zrębków zastosowana w sadzie jabłoniowym miała nie tylko istotny wpływ na przebieg temperatury i wilgotności wierzchniej warstwy gleby, ale gleba pod nią znacznie mniej wychładzała się zimą i mniej nagrzewała podczas upalnych dni, co oznacza też lepsze wykorzystanie wody przez rośliny. Zastosowane w uprawie truskawki ściółki ze słomy, trocin i kory stanowiły dobrą izolację, i chroniły glebę przed przegrzaniem (Kęsik i Maskalaniec 2005). Mulczowanie gleb tworzy też korzystne warunki rozwoju mikroorganizmów i drobnej fauny glebowej (Forge i in. 2003).

Ekologiczne znaczenie drobnej fauny glebowej jest najczęściej niedoceniane, a za najlepsze wskaźniki aktywności biologicznej gleb uważa się aktywność enzymatyczną, oddechową oraz biomasę, skład i liczebność mikroorganizmów (Olszowska i in. 2005, Brzezińska 2006). Haimi (2000) jest zdania, że również zwierzęta glebowe mogą być wykorzystane jako wskaźniki stanu biologicznego gleb. Obecność licznej mezofauny glebowej, w tym roztoczy (*Acari*), powinna pozytywnie oddziaływać na ogólną różnorodność biologiczną gleb oraz zapewniać większą stabilność systemu glebowego. Ponadto roztocze, a szczególnie mechowce (*Oribatida*), mogą być wektorami wielu pożytecznych mikroorganizmów, np. grzybów mikoryzowych i saprotroficznych (Setälä 1995, Renker i in. 2005). Zwierzęta glebowe żerując na grzybach stymulują ich wzrost (Hanlon i Anderson 1980), a migrując mogą zaszczeniać substrat zarodnikami grzybów i strzępkami (Lussenhop 1992, Renker i in. 2005), co może mieć pozytywny wpływ na produkcję ogrodniczą.

Celem podjętych badań było określenie struktury zgrupowań roztoczy oraz składu gatunkowego mechowców w ściółkowanej zrębkami – z dodatkiem wybranych biopreparatów – uprawie truskawki odmiany „Elsanta”.



Fotografia 1. Ściółkowana zrębkami uprawa truskawki w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach

Photo 1. Mulched wood chips cultivation of strawberries. Field studies were conducted on the experimental field of the Institute of Horticulture in Skierniewice

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w latach 2011-2012 na polu doświadczalnym w Dąbrowicach (N: 51° 55' 9", E: 20° 6' 23") należącym do Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach (fot. 1). Do badań wybrano powierzchnie ściółkowane zrębkami (fot. 2): ZC – zrębki bez dodatków, ZT – zrębki z dodatkiem biopreparatu TSB (niezidentyfikowana pałeczka Gram-ujemna), ZG – dodatek biopreparatu 7GII (niezidentyfikowany promieniowiec). Powierzchnią kontrolną (M) był leżący w pobliżu poletek płat murawy z przewagą roślinności trawiastej (fot. 2). Truskawkę odmiany „Elsanta” posadzono wiosną 2010 r. Zrębki zostały przygotowane z gałęzi przydrożnych drzew i krzewów liściastych za pomocą rębaka tarczowego jesienią 2010 r., zimę przeleżały w warunkach terenowych na pryzmach w miejscu ich wyprodukowania. Na początku marca 2011 r. zostały przeniesione w workach do szklarni, gdzie po 2 tygodniach wysypano je do skrzyń i aplikowano wodne roztwory biopreparatów (zrębki bez dodatków

potraktowano czystą wodą w tej samej ilości). W międzyrzędziach truskawki zrębki rozsypano 6 maja, warstwą o miąższości ok. 5 cm. Kwasowość tak przygotowanej ściółki wynosiła 6,4-6,6 (pH w H₂O), a C/N = 36-42.



Fotografia 2. Płat murawy (M – powierzchnia kontrolna) w pobliżu uprawy truskawki na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach

Photo 2. Patch of grass (M – the control plot) near strawberry cultivation on the experimental orchard of the Institute of Horticulture in Skierniewice

Próbki do badań akarologicznych pobierano wiosną, latem i jesienią 6-krotnie w następujących terminach: 27.05.2011, 19.07.2011, 20.10.2011, 27.04.2012, 06.07.2012, 23.10.2012. Próbki gleby o wymiarach 17 cm² × 3 cm głębokości pobierano z każdej powierzchni w 10 powtórzeniach. Ogółem pobrano 240 próbek gleby. Roztocze wypłaszano przez 7 dni w aparatach Tullgrena, a następnie konserwowano i preparowano. Do gatunku lub rodzaju oznaczono mechowce, łącznie ze stadiami młodocianymi. Pozostałe roztocze oznaczono do rzędów. Przedmiotem analizy było 8773 *Acari*, w tym 7144 *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*), średniej liczby gatunków w próbce (*s*) oraz wskaźnika różnorodności gatunkowej Shannona (*H*) (Magurran 1988). 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).

WYNIKI I DYSKUSJA

Liczebność i struktura zgrupowań roztoczy (*Acari*). Roztocze są dużą i funkcjonalnie ważną grupą organizmów glebowych, co czyni je dobrymi bio-indykatorami systemu glebowego (Behan-Pelletier 1999, 2003, Gulvik 2007, Klimek 2000, Ruf and Beck 2005). Stawonogi te są bardzo pospolite w środowiskach glebowych: np. w Wielkiej Brytanii w ogólnokrajowym badaniu terenów wiejskich zostały zarejestrowane w 94% próbek gleby (Black i in. 2003). Zdecydowana większość roztoczy preferuje siedliska bogate w materię organiczną, a wszelkie zakłócenia o charakterze antropogenicznym, szczególnie w przypadku mechowców, powodują na ogół spadek ich liczebności i różnorodności gatunkowej (Gulvik 2007). Mechowce są jedną z najważniejszych grup fauny glebowej: mają pozytywny bezpośredni i pośredni wpływ na prawidłową strukturę gleby, rozprzestrzenianie się bakterii i grzybów oraz tworzenie endomikoryz (Klironomos i Kendrick 1996, Behan-Pelletier 1999).

Effektem tradycyjnego sposobu uprawy gleby w rolnictwie i ogrodnictwie, szczególnie przy stosowaniu intensywnych zabiegów agrotechnicznych, jest brak warstwy martwej materii organicznej na jej powierzchni, co decyduje o niskiej liczebności roztoczy. Nawet w odłogowanej glebie (rok po zaprzestaniu upraw kukurydzy, ziemniaków oraz gryki i prosa) zagęszczenie roztoczy było niskie: 3,46-6,65 tys. osobn. $\cdot$ m⁻² (Rolbiecki i in. 2006). Najwięcej tych stawonogów stwierdzono w glebie odłogu po uprawie kukurydzy, a najmniej po ziemniakach. Liczebność i różnorodność gatunkowa mechowców na tym terenie była wyjątkowo niska – odnotowano 0,27-0,99 tys. osobn. $\cdot$ m⁻² i od 1 do 3 gatunków. Zbliżone do upraw polowych warunki ekologiczne dla roztoczy glebowych panują w uprawach truskawki bez mulczowania.

Wyraźnie wyższe zagęszczenie roztoczy stwierdzono w niniejszym doświadczeniu: w usytuowanym obok plantacji truskawki płacie murawy M (traktowanym jako powierzchnia kontrolna) zagęszczenie wynosiło 25,07 tys. osobn. $\cdot$ m⁻², a tylko nieznacznie niższe było w ściółkowanych zrębkami truskawkach – 20,71-21,19 tys. osobn. $\cdot$ m⁻² (tab. 1). Pomiedzy poszczególnymi stanowiskami nie odnotowano różnic istotnych statystycznie. W literaturze naukowej brakuje informacji o występowaniu mezofauny glebowej, w tym roztoczy, w mulczowanych zrębkami uprawach ogrodniczych. Wiadomo jednak, że organiczne ściółki zastosowane w sadzie jabłoniowym pozytywnie wpłynęły na liczebność mikrofauny: glebowych *Nematoda* i *Protozoa* (Forge i in. 2003). Z kolei w uprawie

bawelny po zastosowaniu mulczowania odnotowano wzrost aktywności biologicznej makrofauny (Brévault i in. 2007).

W badanych wariantach doświadczenia najliczniejszymi roztoczami były mechowce – 16,11-18,84 tys. osobn. $\cdot$ m⁻². Ich udział w zgrupowaniu roztoczy w płacie murawy wynosił 64,3%, a jeszcze wyższy (86,8-89,5%) był w ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki. Drugą pod względem liczebności grupą omawianych stawonogów w truskawce były *Actinedida*. Roztocze te stanowiły 5,5-6,9% wszystkich *Acari* na powierzchniach mulczowanych zrębkami. Na powierzchni kontrolnej *Actinedida* były trzecią grupą, osiągając 12,6%, nieznacznie liczniejsze były tu *Tarsonemida*, które stanowiły 15% roztoczy.

Interesującym wskaźnikiem biologicznym, mogącym świadczyć o jakości, a także o stopniu antropogenizacji środowiska, jest stosunek liczebny mechowców do *Actinedida* (*Or/Ac*) (Werner i Dindal 1990, Gulvik 2007). Według Werner i Dindal (1990) wskaźnik *Or/Ac* poniżej 1,0 notowany jest na gruntach ornych, a powyżej 1,0 w ekosystemach bardziej stabilnych, np. półnaturalnych łąkach i lasach, czyli tam, gdzie w glebie spotykamy znaczny udział materii organicznej. Na zbadanym terenie wskaźnik ten był dość wysoki: w płacie murawy wynosił 5,1; a ponad dwukrotnie wyższy był w ściółkowanej uprawie truskawki – 12,6-16,2. Przedstawiony układ stosunku liczebności *Oribatida* do *Actinedida* może świadczyć o pozytywnym wpływie mulczowania na stabilność systemu ekologicznego badanych gleb.

Nieco mniej liczną grupą roztoczy niż *Actinedida* były *Mesostigmata*. Najliczniej występowały one na stanowisku kontrolnym (1,77 tys. osobn. $\cdot$ m⁻²), mniej liczne były w uprawie truskawki, a różnice pomiędzy stanowiskami ZC i ZG a powierzchnią M były istotne statystycznie. Podobny układ liczebności stwierdzono w przypadku *Tarsonemida*, które jeszcze wyraźniej preferowały płat murawy. Mało licznie, aczkolwiek na wszystkich stanowiskach, występowały roztocze z rzędu *Acaridida*. W niniejszych badaniach nie udało się stwierdzić wpływu zastosowanych w doświadczeniu biopreparatów na występowanie roztoczy glebowych.

Struktura wiekowa i różnorodność gatunkowa mechowców (*Oribatida*). Największy udział młodocianych form mechowców (41%) stwierdzono w płacie murawy (tab. 1). Wyraźnie mniej larw i nimf znaleziono w materiale pobranym ze ściółkowanej zrębkami uprawy truskawki – 13-19%.

W badanej uprawie truskawki stwierdzono ogółem 17 taksonów mechowców: na poszczególnych stanowiskach odnotowano od 11 do 15 gatunków. W sąsiedztwie pola truskawki, w glebie pokrytej głównie roślinnością trawiastą, występowało 9 gatunków tych roztoczy. Różnorodność gatunkowa mechowców wyrażona za pomocą średniej liczby gatunków (*s*) oraz wskaźnika różnorodności gatunkowej Shannona (*H*) była wyrównana w zbadanych wariantach doświadczenia.

Tabela 1. Zagęszczenie roztoczy (N w tys. osobn. $\cdot m^{-2}$), stosunek liczebny *Oribatida* do *Actinedida* (Or/Ac), % stadiów młodocianych (% juv) mechowców, liczba gatunków (S), średnia liczba gatunków (s) oraz wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona (H) w badanych wariantach doświadczenia

Table 1. Abundance of mites (N in 1000 individuals $\cdot m^{-2}$), the ratio in numbers *Oribatida*/*Actinedida* (Or/Ac), % of juvenile *Oribatida* forms, number species (S), average number of species (s) and Shannon index (H) in studied variants of the experiment

Wskaźnik – Takson Index – Taxon	Wariant doświadczenia Variant of the experiment			
	ZC	ZT	ZG	M
$N - Acaridida$	0,04 ^A	0,06 ^A	0,11 ^A	0,25 ^A
$N - Actinedida$	1,16 ^A	1,46 ^A	1,33 ^A	3,17 ^B
$N - Mesostigmata$	0,94 ^A	1,06 ^{AB}	0,92 ^A	1,77 ^B
$N - Oribatida$	18,84 ^A	18,40 ^A	18,32 ^A	16,11 ^A
$N - Tarsonemida$	0,06 ^A	0,20 ^A	0,02 ^A	3,77 ^B
$N - Acari$ (Razem – Total)	21,05 ^A	21,19 ^A	20,71 ^A	25,07 ^A
Or/Ac	16,19	12,56	13,73	5,08
% juv – <i>Oribatida</i>	19,01	28,14	12,10	40,72
$S - Oribatida$	13	11	15	9
$s - Oribatida$	3,35 ^A	3,17 ^A	3,18 ^A	3,20 ^A
$H - Oribatida$	1,39	1,44	1,44	1,23

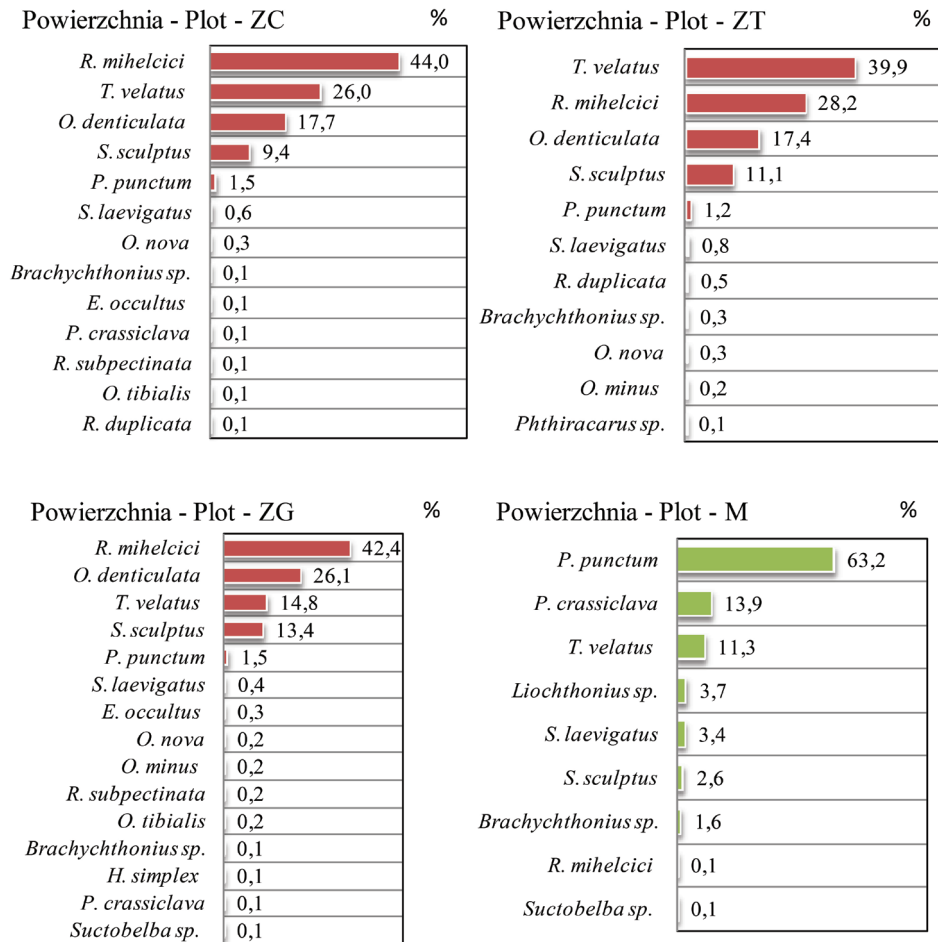
Objaśnienia: ^{A,B} – te same litery oznaczają brak istotnych różnic ($p < 0,05$).

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

Źródło: opracowanie własne.

Analiza występowania wybranych gatunków mechowców. W glebie w obrębie płata murawy (M) w zgrupowaniu mechowców silnie dominował *Punctoribates punctum* – 63,2% (rys. 1). Ten pospolity w Polsce, łąkowy gatunek w niniejszych badaniach preferował powierzchnię porośniętą roślinnością trawiastą: 10,18 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$ (tab. 2). Gatunek ten wielokrotnie mniej liczny był w mulczowanej zrębkami truskawce (0,22-0,28 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$), a różnice pomiędzy stanowiskami ZC, ZT, ZG a M były istotne statystycznie. W uprawie truskawki na stanowiskach ZC i ZG dominowała *Ramusella mihelcici* (odpowiednio 44 i 42,4%), uzyskując zagęszczenie na poziomie 7,78-8,30 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$. W płacie murawy gatunek ten występował nielicznie. W wariantcie ZT w zgrupowaniu mechowców dominował (39,9%) *Tectocephus velatus* (rys. 1), który jest jednym z najpospolitszych w Polsce i na świecie eurytopowych gatunków mechowców (Olszanowski i in. 1996, Klimek 2000, Skubała 2002). Gatunek ten najprawdopodobniej jest mykofagiem (Luxton 1972, Ponge

1991), może więc przyczyniać się do rozprzestrzeniania i stymulować występowanie grzybów mikoryzowych oraz saprotroficznych.



Rysunek 1. Struktura dominacji (D w %) mechowców w ściółkowanej uprawie truskawki (ZC, ZT, ZG) oraz w płacie murawy (M)

Figure 1. The structure of Oribatida domination (D w %)) in mulched wood chips cultivation of strawberries (ZC, ZT, ZG) and patch of grass (M)

W ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki 2. lub 3. miejsce w hierarchii zgrupowań mechowców zajmowała *Oppia denticulata* – wskaźnik *D* wahał się od 17,4 do 26,1% (rys. 1). Nie odnotowano natomiast występowania tego gatunku w płacie murawy. Jest to mechowiec eurytopowy, zaliczany do grupy

gatunków ciepło – i sucholubnych (Migliorini 2009, Ivan i Vasiliu 2010), preferujących gleby siedlisk suchych, bogatych w materię organiczną (Weigmann 2013), a Seniczak i in. (2012) stwierdzili jego liczne występowanie w mchach na otwartej przestrzeni w klimacie śródziemnomorskim.

Stosunkowo licznie na badanym terenie występował też *Scutovertex sculptus* – 0,42-2,46 tys. osobn. · m⁻². Liczniejszy był na stanowiskach mulczowanych niż płacie w murawy, jednak różnice te nie były istotne statystycznie. Jest to gatunek przystosowany do życia w inicjalnych glebach w warunkach dużego nasłonecznienia, np. na nieużytkach i hałdach przemysłowych (Klimek i in. 1991, Rolbiecki i in. 2006, Skubała 2002).

Tabela. 2. Średnie zagęszczenie gatunków mechowców (*N* w tys. osobn. · m⁻²) w badanych wariantach doświadczenia

Table 2. Mean species abundance of oribatid mites (*N* in 1000 individuals · m⁻²) under different variants of the experiments

Gatunek Species	Wariant doświadczenia Variant of the experiment			
	ZC	ZT	ZG	M
<i>Brachychthonius</i> sp.	0,02 ^A	0,06 ^A	0,02 ^A	0,26 ^A
<i>Eupelops occultus</i> (Koch)	0,02 ^A	-	0,05 ^A	-
<i>Haplochthonius simplex</i> (Willmann)	-	-	0,02	-
<i>Liochthonius</i> sp.	-	-	-	0,60
<i>Oppia denticulata</i> (G. & R. Canestrini)	3,33 ^A	3,20 ^A	4,78 ^A	-
<i>Oppiella minus</i> (Paoli)	-	0,04 ^A	0,03 ^A	-
<i>Oppiella nova</i> (Oudemans)	0,06 ^A	0,05 ^A	0,04 ^A	-
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)	0,01 ^A	-	0,03 ^A	-
<i>Phthiracarus</i> sp.	-	0,01	-	-
<i>Pilogalumna crassiclava</i> (Berlese)	0,02 ^A	-	0,01 ^A	2,24 ^B
<i>Punctoribates punctum</i> (Koch)	0,28 ^A	0,22 ^A	0,27 ^A	10,18 ^B
<i>Ramusella mihelcici</i> (Pérez-Íñigo)	8,30 ^A	5,19 ^A	7,78 ^A	0,02 ^B
<i>Rhinoppia subpectinata</i> (Oudemans)	0,01 ^A	-	0,03 ^A	-
<i>Rhysotritia duplicata</i> (Grandjean)	0,01 ^A	0,10 ^A	-	-
<i>Scheloribates laevigatus</i> (Koch)	0,11 ^A	0,14 ^A	0,08 ^A	0,54 ^B
<i>Scutovertex sculptus</i> Michael	1,78 ^A	2,05 ^A	2,46 ^A	0,42 ^A
<i>Suctobelba</i> sp.	-	-	0,01 ^A	0,02 ^A
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	4,90 ^{AB}	7,34 ^A	2,72 ^{BC}	1,83 ^C

Objaśnienia: jak w tab. 1. Explanations: see tab. 1.

Źródło: opracowanie własne.

Na badanym terenie spośród ogólnej liczby 18 taksonów (gatunków i rodzajów) mechowców 6 występowało we wszystkich wariantach doświadczenia, 9 odnotowano wyłącznie na poletkach mulczowanej truskawki, a jeden był wyłączny dla płata murawy. Dzięki zastosowaniu ściółkowania zrębkami w uprawie truskawki pojawiły się dogodne warunki dla rozwoju tej grupy roztoczy. Z analizy gatunkowej wynika, iż część mechowców najprawdopodobniej zasiedliła zrębki jeszcze przed rozłożeniem ich na poletkach, a inne mogły migrować z sąsiednich terenów. Z literatury wiadomo, iż kolonizacja gleb inicjalnych – gdzie panują trudne warunki do przetrwania drobnych stawonogów – przebiega raczej wolno i może trwać wiele miesięcy, a nawet lat (Beckmann 1988, Lehmitz i in. 2011, Wanner i Dunger 2002, Klimek i in. 2013). Lehmitz i in. (2012) uważają, że aktywna migracja odgrywa ważną rolę w kolonizacji tego typu gleb, a różne gatunki mechowców mogą używać różnorodnych dróg rozprzestrzeniania się. Jednak tylko 35% mechowców rozprzestrzenia się migrując pod ziemią, a 65% sposobem naziemnym. Możliwe są też ścieżki migracji pasywnej np. z wiatrem, chociaż mają najprawdopodobniej mniejsze znaczenie – spośród 13 gatunków łąkowych tylko 4 były roznoszone przez wiatr (Lehmitz i in. 2011).

Z badań przeprowadzonych w kontenerowej szkółce leśnej wynika, że w korzystnych dla roztoczy warunkach troficznych i mikroklimatycznych może dochodzić do bardzo szybkiej kolonizacji bryłki korzeniowej sadzonek, w której gatunek pionierski, jakim jest *Oppiella nova*, może osiągnąć zagęszczenie na poziomie 65 tys. osobn. · m⁻² (Klimek 2013). Sukces kolonizacji jest związany z strategiami imigracji gatunków, ale wynika też ze zdolności reprodukcyjnych (np. partenogenezy), trofizmu i odporności na wysychanie (Lehmitz i in. 2012).

Odnotowana w tychże badaniach wysoka liczebność i różnorodność gatunkowa mechowców w uprawie truskawki wynika z zabiegu ściółkowania, a zastosowane w doświadczeniu biopreparaty nie miały wpływu na te wskaźniki. Mulczowanie zrębkami poprawiło warunki mikroklimatyczne, zabezpieczyło glebę przed nadmiernym przesychaniem, na które bardzo wrażliwe są drobne stawonogi (Lindberg i Bengtsson 2005). Stworzyło też dla nich środowisko życia o porowatej strukturze, obfite w przestwory glebowe. Jednak przede wszystkim przeprowadzony zabieg dostarczył materii organicznej niezbędnej do życia saprofagów oraz rozwoju mikroorganizmów (bakterii i grzybów), które są też ważnym elementem diety mechowców (Gulvik 2007). Liczne występowanie roztoczy glebowych może mieć znaczenie praktyczne, gdyż stawonogi te, a szczególnie mechowce, mogą być wektorami wielu pożytecznych mikroorganizmów, np. grzybów mikoryzowych i saprotroficznych (Setälä 1995, Renker i in. 2005), które z kolei stymulują plonowanie roślin uprawnych.

Zaakcentować należy też, wspomnianą na początku tego rozdziału, dużą wartość bioindykacyjną mechowców: liczne ich występowanie i znaczna różnorodność gatunkowa świadczy o dużej aktywności biologicznej badanych gleb, co rzutuje na stabilność systemu glebowego ściółkowanej zrębkami uprawy truskawki.

PODSUMOWANIE

Na badanym terenie najliczniejszymi roztoczami były mechowce – 16,11-18,84 tys. osobn. · m⁻². Ich udział w zgrupowaniu roztoczy w płacie murawy wynosił 64,3%, a wyraźnie wyższy (86,8-89,5%) był w ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki. Może to świadczyć o pozytywnym wpływie mulczowania na stabilność systemu ekologicznego badanych gleb. W uprawie truskawki stwierdzono ogółem 17 gatunków mechowców, a w pobliskim płacie murawy zaledwie 9. W glebie murawy dominował *Punctoribates punctum*, a w truskawce (w zależności od wariantu doświadczenia) *Ramusella mihelcici* lub *Tectocephus velatus*.

Odnotowana w niniejszych badaniach wysoka liczebność i różnorodność gatunkowa mechowców wynika z zabiegu ściółkowania, a zastosowane w doświadczeniu biopreparaty nie miały wpływu te wskaźniki. Mulczowanie zrębkami poprawiło warunki mikroklimatyczne, zabezpieczyło glebę przed nadmiernym przesychaniem oraz dostarczyło materii organicznej niezbędnej do życia saprofagów i rozwoju mikroorganizmów (bakterii i grzybów), które są też ważnym elementem diety mechowców. Liczne występowanie roztoczy glebowych może mieć znaczenie praktyczne, gdyż stawonogi te, a szczególnie mechowce, mogą być wektorami wielu pożytecznych mikroorganizmów, np. grzybów mikoryzowych i saprotroficznych, które z kolei stymulują plonowanie roślin uprawnych.

Badania 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

- Beckmann, M. (1988). *Die Entwicklung der Bodenmesofauna eines Ruderal Ökosystems und ihre Beeinflussung durch Rekultivierung: 1. Oribatiden*. Pedobiologia 31, 391-408.
- 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.
- Black H.I.J., Parekha N.R., Chaplowa J.S., Monsonb F.,Watkinsa J., Creamera R., Pottera E.D., Poskitta J.M., Rowlanda P., Ainswortha G., Hornunga M. (2003). *Assessing soil biodiversity across Great Britain: national trends in the occurrence*

- of heterotrophic bacteria and invertebrates in soil.* Journal of Environmental Management 67, 255-266.
- Brévault T., Bikay S., Maldés J.M., Naudin K. (2007). *Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system.* Soil & Tillage Research 97, 140-149.
- Brzezińska M. (2006). *Aktywność biologiczna oraz procesy jej towarzyszące w glebach organicznych nawadnianych oczyszczonymi ściekami miejskimi (badania polowe i modelowe).* Acta Agrophysica 131, Rozprawy i Monografie 2006(2).
- Forge T.A., Hogue E., Neilsen G., Neilsen D. (2003). *Effects of organic mulches on soil microfauna in the root zone of apple: implications for nutrient fluxes and functional diversity of the soil food web.* Applied Soil Ecology 22, 39-54.
- Frąc M., Michalski P., Sas-Paszt L. (2009). *The effect of mulch and mycorrhiza on fruit yield and size of three strawberry cultivars.* Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 17(2), 85-93.
- Gulvik M.E. (2007). *Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: a review.* Pol. J. Ecol. 55(3), 415-440.
- Haimi J. (2000). *Decomposer animals and bioremediation of soils.* Environmental Pollution 107, 233-238.
- Hanlon R.D., Anderson J.M. (1980). *The influence of macroarthropod feeding activities on microflora in decomposing leaf litter.* Soil Biology and Biochemistry 12, 255-261.
- Ivan O., Vasiliu N. A. (2010). *Fauna of oribatid mites (Acari, Oribatida) from the Movile Cave area (Dobrogea, Romania).* Trav. Inst. Spéol., Émile Racovitza, Bucarest 49, 29-40.
- Kęsik T., Maskalaniec T. (2004). *Wpływ ściółkowania na zawartość składników mineralnych w glebie i liściach truskawki.* Roczn. AR Poznań, CCCLVI, Ogr. 37, 87-93.
- Kęsik T., Maskalaniec T. (2005). *Wpływ ściółkowania na temperaturę gleby i powietrza w łanie truskawki.* Acta Agrophysica 6(1), 117-124.
- 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. (2013). *Występowanie roztoczy (Acari) w bryłkach korzeniowych wybranych gatunków sadzonek w szkółce kontenerowej Bielawy.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3/1, 115-124.
- Klimek A., Rolbiecki S., Długosz J. (2013). *Wybrane efekty rewitalizacji terenu popoligonowego w Nadleśnictwie Żółędowo.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3/1, 147-161.
- Klimek A., Seniczak S., Żelazna E., Dąbrowska B. (1991). *Akarofauna (Acari) skarp osadników produktów odpadowych Janikowskich Zakładów Sodowych.* Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 22, 151-165.
- Klironomos, J.N., Kendrick, W.B. (1996). *Palatability of microfungi to soil arthropods in relation to the functioning of arbuscular mycorrhizae.* Biol. Fertil. Soils 21, 43-52.

- Lehmitz R., Russell D., Hohberg K., Christian A., Xylander W.E.R. (2011). *Wind dispersal of oribatid mites as a mode of migration*. Pedobiologia 54, 201-207.
- Lehmitz R., Russell D., Hohberg K., Christian A., Xylander W.E.R. (2012). *Active dispersal of oribatid mites into young soils*. Applied Soil Ecology 55, 10-19.
- Lindberg N., Bengtsson J. (2005). *Population responses of oribatid mites and collembolans after drought*. Appl. Soil Ecol. 28, 163-174.
- Lussenhop J. (1992). *Mechanisms of microarthropod-microbial interactions in soil*. Advances in Ecological Research 23, 1-33.
- Luxton M. (1972). *Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. I. Nutritional biology*. Pedobiologia 12, 434-463.
- Magurran A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. London: Chapman & Hall.
- Migliorini M. (2009). *Oribatid mite (Arachnida: Oribatida) coenoses from SW Sardinia*. Zootaxa 2318, 8-37.
- Ochmian I., Grajkowski J., Kirchhof R. (2007). *Wpływ mulczowania gleby na plonowanie oraz jakość owoców truskawki odmiany „Filon”*. Roczn. AR Poznań. CCCLXXXIII, Ogrodn. 41, 357-362.
- Olszanowski Z., Rajski A., Niedbała W. (1996). *Roztocze – Acari. Mechowce – Oribatida*. Wyd. Sorus, Katalog Fauny Polski Cz. XXXIV, tom 9, Poznań, 1-243.
- Olszowska G., Zwoliński J., Matuszczyk I., Syrek D., Zwolińska B., Pawlak U., Kwapis Z., Dudzińska M. (2005). *Wykorzystanie badań aktywności biologicznej do wyznaczenia wskaźnika żyzności gleb w drzewostanach sosnowych na siedliskach boru świeżego i boru mieszanego świeżego*. Leśne Prace Badawcze 3, 17-37.
- 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.
- Renker C., Otto P., Schneider K., Zimdars B., Maraun M., Buscot F. (2005). *Oribatid Mites as Potential Vectors for Soil Microfungi: Study of Mite-Associated Fungal Species*. Microbial Ecology 50, 518-528.
- Rolbiecki S., Stypczyńska Z., Klimek A., Długosz J., Rolbiecki R. (2006). *Roślinność i niektóre właściwości odlogowanej gleby piaszczystej uprzednio użytkowanej rolniczo w warunkach deszczowania*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 2/1, 183-194.
- 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.
- Seniczak S., Kaczmarek S., Seniczak A., Graczyk R. (2012). *Oribatid mites (Acari, Oribatida) of open and forested habitats of Korčula Island (Croatia)*. Biological Lett., 49(1), 27-34.
- Setälä H. (1995). *Growth of birch and pine seedlings in relation to grazing by soil fauna on ectomycorrhizal fungi*. Ecology 76(6), 1844-1851.
- Skubała P. (2002). *Rozwój fauny roztoczy na hałdach, czyli jak przyroda walczy z przemysłem*. Kosmos – Problemy Nauk Biologicznych 51/2, 195-204.

- Treder W., Klamkowski K., Krzewińska D., Tryngiel-Gać A. (2009). *Najnowsze trendy w nawadnianiu upraw sadowniczych – prace badawcze związane z nawadnianiem roślin prowadzone w ISK w Skierniewicach*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 6, 95-107.
- Treder W., Klamkowski K., Mika A., Wójcik P. (2004). *Response of young apple trees to different orchard floor management system*. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 12, Special ed., 109–119.
- Wanner M., Dunger W. (2002). *Primary immigration and succession of soil organisms on reclaimed opencast coal mining areas in eastern Germany*. Eur. J. Soil Biol. 38, 137–143.
- Weigmann G., (2013). *Ecology and biogeography of oribatid mites (Acari: Oribatida) from the coastal region of Portugal*. Soil Organisms 85(3), 147-160.
- Werner M.R., Dindal D.L. (1990). *Effects of conversion to organic practices agricultural on soil biota*. Am. J. Altern. Agric. 5, 24-32.

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