



SEZONOWA DYNAMIKA WYSTĘPOWANIA ROZTOCZY (ACARI) GLEBOWYCH W ŚCIÓŁKOWANEJ ZRĘBKAMI UPRAWIE TRUSKAWKI I PŁACIE MURAWY

***Andrzej Klimek¹, Bogusław Chachaj¹, Lidia Sas-Paszt², Waldemar Treder²,
Anna Tryngiel-Gać², Katarzyna Błachowicz¹***

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy,

²Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

SEASONAL DYNAMICS OF THE OCCURRENCE OF SOIL MITES (ACARI) ON STRAWBERRY PLANTATIONS MULCHED WITH WOOD CHIPS AND IN A NEARBY PATCH OF GRASS

Streszczenie

Badania zostały przeprowadzone w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach w latach 2011-2012. Dynamikę występowania roztoczy (*Acari*), ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (*Oribatida*), oceniano wiosną latem i jesienią w płacie murawy oraz rzędach truskawki ściółkowanej zrębkami.

W ściółkowanej uprawie truskawki już na początku badań stwierdzono wysoką liczebność roztoczy – 26,91 tys. osobn. · m⁻². Wśród tych pajączaków wyraźnie dominowały mechowce (98,2%). W zrębkach zagęszczenie roztoczy, a szczególnie mechowców, w trakcie sezonu wegetacyjnego było bardziej wyrównane niż w płacie murawy. Zastosowana w doświadczeniu ściółka stworzyła korzystne warunki środowiskowe dla rozwoju większości mechowców.

Na plantacji truskawki stwierdzono występowanie 12 gatunków mechowców, a w pobliskim płacie murawy było ich 9. W glebie płata murawy w kolejnych terminach badań liczba gatunków tych roztoczy wahała się od 5 do 8. W zrębkach natomiast na początku badań stwierdzono 7 taksonów, a pod koniec cyklu liczba ta wzrosła do 11. Różnice w róż-

norodności gatunkowej mechowców, obliczone za pomocą wskaźnika s , pomiędzy początkiem a końcem cyklu badań były istotne statystycznie.

W ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki, w zależności od terminu badań dominowały następujące mechowce: *Ramusella mihelcici* – 1., 2. i 4.; *Tectocephus velatus* – 3. i 5. oraz *Scutovertex sculptus* w 6. terminie. Gatunkiem wyraźnie dominującym w płacie murawy ($D = 41,4-75,5\%$) był *Punctoribates punctum*. Najwyższe zagęszczenie uzyskał on wiosną 2011 r. (35,04 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$).

Słowa kluczowe: uprawa truskawki, płat murawy, ściółkowanie, zrębki, sezonowa dynamika, Acari, Oribatida.

Summary

The study was conducted in the experimental field of the Institute of Horticulture in Skierniewice, on strawberry plantations mulched with wood chips and in a nearby patch of grass. Seasonal dynamics (in spring, summer, and autumn) of the occurrence of soil mites (Acari), especially of oribatid mites (Oribatida), were studied on 6 occasions during the seasons in 2011-2012.

Already in the first season of the study, high numbers of mites – 26.91 thousand indiv. $\cdot m^{-2}$, were found in the mulched soil of the strawberry plantations. Among these arachnids, the predominant group were oribatid mites (98.2%). The density of mites, especially of the Oribatida, in the wood chips during the vegetative period was more uniform than in the grass patch. The mulch used in the experiment provided favourable environmental conditions for the development of most Oribatida species.

There were 12 species of Oribatida found on the strawberry plantations, and 9 in the nearby grass patch. The number of species in the grass-covered soil ranged from 5 to 8 in the successive seasons. In the wood chips, by comparison, there were 7 taxa at the beginning of the study, and at the end of the cycle the number increased to 11. The differences in the diversity of Oribatida species, calculated using the (s) ratio between the beginning and the end of the test cycle, were statistically significant.

Depending on the time of examination, the following oribatid mites dominated on the strawberry plantations mulched with wood chips: *Ramusella mihelcici* – season 1, 2 and 4, *Tectocephus velatus* – 3 and 5, and *Scutovertex sculptus* in season 6. Clearly the dominant species in the grass patch ($D = 41.4-75.5\%$) was *Punctoribates punctum*. The highest density of its occurrence was recorded in the spring of 2011 (35.04 thousand indiv. $\cdot m^{-2}$).

Key words: strawberry cultivation, grass patch, mulching, wood chips, seasonal dynamics, Acari, Oribatida.

WPROWADZENIE

Z badań i praktyki ogrodniczej wynika, iż coraz częściej stosowanym zabiegiem jest ściółkowanie (mulczowanie) powierzchni gleby. Treder i in. (2004, 2009) stwierdzili, że ściółka ze zrębków w sadzie jabłoniowym miała istotny wpływ na wartość temperatury i wilgotności wierzchniej warstwy gleby, a gleba pod nią znacznie mniej wychładzała się zimą i mniej ogrzewała podczas upalnych dni, co wpłynęło też na lepsze wykorzystanie wody przez rośliny. Mulczowanie gleb tworzy też korzystne warunki rozwoju mikroorganizmów i drobnej fauny glebowej (Forge i in. 2003).

W literaturze naukowej brakuje jednak informacji o występowaniu mezofauny glebowej, w tym roztoczy, w mulczowanych uprawach ogrodniczych. Z nielicznych prac wiadomo, że organiczne ściółki zastosowane w sadzie jabłoniowym pozytywnie wpłynęły na liczebność glebowych *Nematoda* i *Protozoa* (Forge i in. 2003), a w uprawie bawełny po zastosowaniu mulczowania odnotowano wzrost aktywności biologicznej makrofauny (Brévault i in. 2007).

Roztocze (*Acari*) są dużą i funkcjonalnie ważną grupą organizmów glebowych, co czyni je dobrymi bio wskaźnikami systemu glebowego (Behan-Pelletier 1999, 2003, Klimek 2000, Ruf and Beck 2005, Gulvik 2007). Większość roztoczy preferuje siedliska bogate w materię organiczną (Gulvik 2007). W środowiskach glebowych przeważnie wśród roztoczy dominują mechowce (*Oribatida*), które są jedną z najważniejszych grup fauny glebowej: mają pozytywny bezpośredni i pośredni wpływ na prawidłową strukturę gleby, rozprzestrzenianie się bakterii i grzybów, a także tworzenie endomikoryz (Klironomos i Kendrick 1996, Behan-Pelletier 1999).

Celem niniejszej pracy jest analiza struktury zgrupowań roztoczy oraz składu gatunkowego mechowców w uprawie truskawki po aplikacji zrębków w trakcie 2-letniego (2011-2012) cyklu badań, określenie dynamiki występowania (tendencji rozwojowych) tych stawonogów i porównanie z akarofauną, leżącego w sąsiedztwie pola truskawki, płata murawy. W innej pracy, dotyczącej tego samego terenu (Klimek i in. w druku), analizowano średnie zagęszczenie akarofauny, jej różnorodność gatunkową oraz wpływ na nią wybranych biopreparatów.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w latach 2011-2012 w Sadzie Doświadczalnym w Dąbrowicach (N: 51° 55' 9", E: 20° 6' 23") należącym do Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Do badań wybrano powierzchnię ściółkowaną zrębkami (Z – fot. 1) oraz leżący w pobliżu poletek płat murawy z przewagą traw (M – fot. 2). Truskawkę odmiany „Elsanta” posadzono wiosną 2010 r. Zręb-

ki 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 zroszono wodą. W międzyrzędziach truskawki zrębki rozsypało 6 maja, warstwą o miąższości ok. 5 cm. Kwasowość tak przygotowanej ściółki wynosiła 6,4 (pH w H₂O), a C/N = 38.



Fotografia 1. Ściółkowana zrębkami plantacja truskawki (powierzchnia Z),
Sad Doświadczalny Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach

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

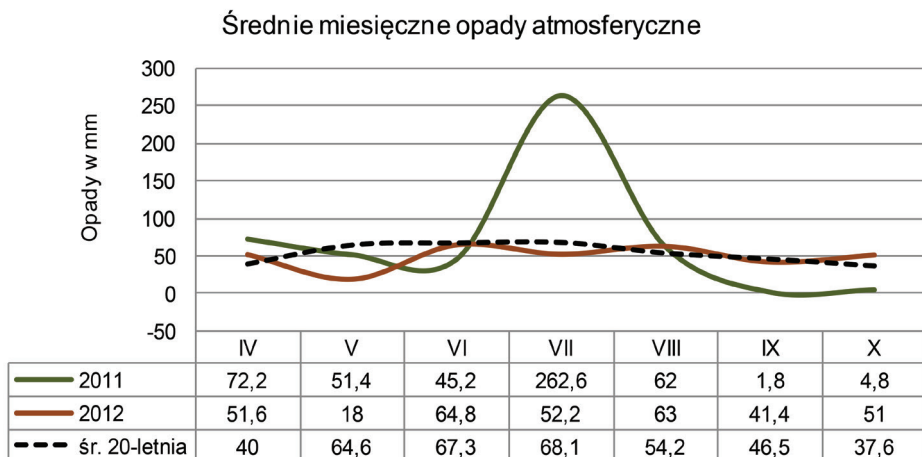
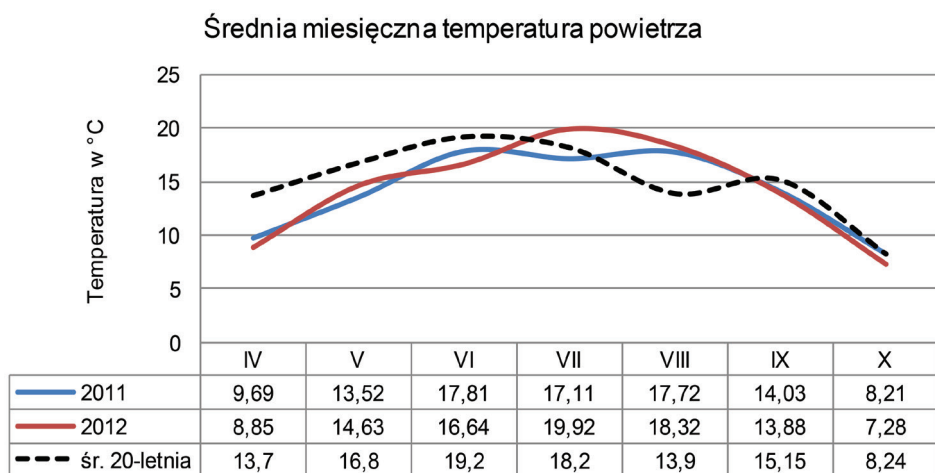
Średnia miesięczna temperatura powietrza od kwietnia do października w okresie badań nieznacznie tylko odbiegała od średniej dla 20-lecia (rys. 1). Niższa od normy temperatura w latach 2011-2012 panowała w kwietniu, maju i czerwcu, wyższa natomiast w sierpniu. W pierwszym roku badań niskie opady atmosferyczne odnotowano w czerwcu, wyjątkowo niskie natomiast we wrześniu i październiku (odpowiednio 1,8 i 4,8 mm). W tym roku wyjątkowo wysokie opady wystąpiły w lipcu – 262,6 mm. W drugim roku badań opady były bardziej wyrównane niż w pierwszym: niskie opady (18 mm) odnotowano jedynie w maju.



Fotografia 2. Płat murawy (M) w pobliżu uprawy truskawki w Sadzie 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 kolejnych terminach: 27.05.2011, 19.07.2011, 20.10.2011, 27.04.2012, 06.07.2012, 23.10.2012 r. Próbki gleby o wymiarach $17\text{ cm}^2 \times 3\text{ cm}$ głębokości pobierano z obydwu powierzchni w 10 powtórzeniach. Ogółem pobrano 120 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 4597 *Acari*, w tym 3484 *Oribatida*. Średnie zagęszczenie (N) roztoczy podano w przeliczeniu na 1 m^2 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).



dane Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach
 data from the Institute of Horticulture in Skierniewice

Rysunek 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza i opady atmosferyczne w latach 2011-2012

Figure 1. Air temperature and precipitation, the monthly average in 2011-2012

WYNIKI I DYKUSJA

W uprawie truskawki, po przeprowadzeniu ściółkowania zrębkami, odnotowano wysoką średnią – dla dwuletniego cyklu badań – liczebność roztoczy

(20,71-21,19 tys. osobn. $\cdot$ m⁻²) oraz dużą różnorodność gatunkową mechowców (Klimek i in. w druku). Przeprowadzona w niniejszej pracy analiza dynamiki występowania roztoczy powinna dostarczyć informacji, w jaki sposób przebiegała kolonizacja ściółkowanej gleby. Wiadomo, iż kolonizacja gleb inicjalnych przez roztocze – 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). Uważa się, że w przypadku mechowców aktywna migracja odgrywa ważną rolę w kolonizacji gleb, a gatunki mogą używać różnych dróg rozprzestrzeniania się (Lehmitz i in. 2012). Najprawdopodobniej tylko 35% tych roztoczy rozprzestrzenia się migrując pod ziemią, zaś 65% sposobem naziemnym. Możliwe są też ścieżki migracji pasywnej np. z wiatrem, chociaż mogą mieć mniejsze znaczenie – z badań Lehmitz i in. (2011) wynika, że spośród 13 gatunków łąkowych tylko 4 były roznoszone przez wiatr.

Dynamika liczebności zgrupowań roztoczy (*Acar*i). Zrębki na plantację truskawki zostały aplikowane 6 maja 2011 r., a pierwsze próbki do badań akarologicznych pobrano 3 tygodnie później. Jest mało prawdopodobne by roztocze w tak krótkim okresie mogły skolonizować zrębki po ich rozłożeniu na polu, migrując np. z sąsiednich biotopów, oraz by formy dorosłe mogły rozwinąć się z wcześniej złożonych jaj, gdyż cykl rozwojowy większości roztoczy jest dłuższy niż 3 tygodnie. Dużym zaskoczeniem była więc odnotowana w mulczowanej uprawie truskawki na początku badań wysoka liczebność roztoczy: 26,91 tys. osobn. $\cdot$ m⁻² (tab. 1). Na tym stanowisku w maju 2011 r. wśród roztoczy zdecydowanie dominowały mechowce (98,2%). Wynika z tego, że roztocze te zasiedliły zrębki jeszcze przed aplikacją ich na poletka badawcze, najprawdopodobniej w warunkach terenowych, w trakcie zgromadzenia ich na pryzmach. Następnie przez dwa miesiące (marzec i kwiecień) podczas przechowywania zrębków w szklarni – w optymalnych dla większości roztoczy warunkach termicznych i wilgotnościowych – nastąpił ich dalszy rozwój.

Udział mechowców w zgrupowaniu roztoczy, począwszy od lata 2011 był nieznacznie mniejszy – stanowiły od 80,4 do 92,4% tych stawonogów. Mniej liczne *Actinedida* i *Tarsonemida* stwierdzono już na początku cyklu badań, drapieżne *Mesostigmata* na plantacji truskawki pojawiły się latem pierwszego roku, a *Acaridida* dopiero w drugim roku.

W sąsiednim placie murawy (M) wyjątkowo wysokie zagęszczenie roztoczy, w tym mechowców, odnotowano w maju 2011 r. – 72,9 tys. osobn. $\cdot$ m⁻². Dla przykładu Chachaj i Seniczak (2006) w okresie wiosny stwierdzili zaledwie od 4 do 12 tys. mechowców na metrze kwadratowym łąki i pastwiska. Tak wysokie zagęszczenie mechowców na powierzchni M może być związane z bardzo korzystnymi dla większości roztoczy warunkami wilgotnościowymi wczesną wiosną 2011 r. (rys. 1). Negatywna reakcja mezofauny glebowej, szczególnie *Oribatida*, na niską wilgotność jest znana w literaturze (Lindberg

i Bengtsson 2005), a nawadnianie powoduje przeważnie wzrost liczebności tych roztoczy (Klimek i in. 2008, 2009). W płacie murawy zagęszczenie mechowców latem 2011 r. 6-krotnie spadło do poziomu zaledwie 7,83 tys. osobn. $\cdot$ m⁻², następnie stopniowo rosło do wiosny 2012 r. (16 tys. osobn. $\cdot$ m⁻²), by pod koniec następnego okresu wegetacyjnego osiągnąć minimalny poziom – 4,7 tys. osobn. $\cdot$ m⁻² (tab.1).

Tabela 1. Zagęszczenie roztoczy (*N* w tys. osobn. $\cdot$ m⁻²), liczba gatunków (*S*), średnia liczba gatunków (*s*) w kolejnych terminach badań w latach 2011-2012 w ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki (*Z*) i płacie murawy (*M*)

Table 1. Abundance of mites (*N* in 1000 individuals $\cdot$ m⁻²), number species (*S*), average number of species (*s*) of Oribatida in strawberries cultivation with mulched wood chips (*Z*) and in patch of grass (*M*) in seasons 2011-2012

Wskaźnik – Takson Index – Taxon		Termin badań – Research data					
		V.2011	VII.2011	X.2011	IV.2012	VII.2012	X.2012
<i>N – Acaridida</i>	<i>Z</i>	-	-	-	0,06 ^A	0,18 ^A	-
	<i>M</i>	1,02 ^A	-	-	0,06 ^B	0,42 ^B	-
<i>N – Actinedida</i>	<i>Z</i>	0,42 ^A	1,51 ^{AC}	0,90 ^A	2,41 ^{BC}	0,90 ^A	0,84 ^A
	<i>M</i>	5,54 ^A	1,75 ^B	1,63 ^B	5,66 ^A	2,29 ^B	2,17 ^B
<i>N – Mesostigmata</i>	<i>Z</i>	-	2,95 ^A	0,84 ^B	0,36 ^B	0,48 ^B	1,02 ^B
	<i>M</i>	3,25 ^A	0,90 ^B	0,66 ^B	1,51 ^A	2,77 ^A	1,51 ^{AB}
<i>N – Oribatida</i>	<i>Z</i>	26,43 ^A	25,65 ^A	7,89 ^A	23,36 ^A	19,69 ^A	10,05 ^A
	<i>M</i>	46,41 ^A	7,83 ^B	10,60 ^B	16,01 ^B	11,14 ^B	4,70 ^B
<i>N – Tarsonemida</i>	<i>Z</i>	0,06 ^A	-	0,18 ^A	-	0,06 ^A	0,06 ^A
	<i>M</i>	16,68 ^A	0,12 ^B	1,38 ^B	3,67 ^{AB}	0,42 ^B	0,36 ^B
<i>N – Acari (Razem – Total)</i>	<i>Z</i>	26,91 ^A	30,10 ^A	9,81 ^A	26,19 ^A	21,31 ^A	11,98 ^A
	<i>M</i>	72,90 ^A	10,60 ^B	14,27 ^B	26,91 ^B	17,04 ^B	8,73 ^B
<i>S – Oribatida</i>	<i>Z</i>	7	5	7	8	8	11
	<i>M</i>	8	7	6	8	5	5
<i>s – Oribatida</i>	<i>Z</i>	2,00 ^A	2,80 ^{AC}	4,00 ^B	4,20 ^B	3,50 ^{BC}	3,60 ^{BC}
	<i>M</i>	3,80 ^A	2,30 ^B	2,90 ^{AB}	3,80 ^A	3,90 ^A	2,50 ^A

Objaśnienia: ^{A, B, C} – te same litery oznaczają brak istotnych różnic ($p < 0,05$) w obrębie wariantu doświadczenia.
 Explanations: ^{A, B, C} – the same letter means the insignificant difference ($p < 0.05$)

Źródło: opracowanie własne.

W ściółkowanej plantacji truskawki zagęszczenie roztoczy, a szczególnie mechowców, w trakcie sezonu wegetacyjnego było bardziej wyrównane niż w płacie murawy. Zastosowana w doświadczeniu ściółka stworzyła korzystne warunki środowiskowe dla rozwoju mechowców. Zapewne, w głównej mie-

rze po ściółkowaniu poprawiły się warunki troficzne, ale ważna była też poprawa warunków osłonowych. Treder i in. (2004, 2009) udowodnili, iż ściółka ze zrębków ma łagodzący wpływ na mikroklimat gleby (na przebieg temperatury i wilgotności), ponadto ogranicza ewaporację oraz zwiększa efektywność opadów deszczu.

Różnorodność gatunkowa mechowców (*Oribatida*). W uprawie truskawki stwierdzono występowanie 12 gatunków mechowców, a w pobliskim płacie murawy było ich 9 (tab. 2). W glebie płata murawy w kolejnych terminach badań liczba gatunków tych roztoczy była zróżnicowana – wahała się od 5 do 8 (tab. 1). Natomiast w truskawce na początku badań stwierdzono 7 taksonów, a pod koniec cyklu doświadczenia liczba ta wzrosła do 11. W zrębkach 5 gatunków *Oribatida* pojawiło się dopiero w drugim roku badań, ale tylko 2 z nich występowały też w murawie. Może z tego wynikać, że sąsiadujący z polem truskawki płat roślinności trawiastej, wbrew oczekiwaniom, nie był głównym źródłem gatunków stopniowo zasiedlających zrębki.

W przypadku mechowców, sprawdzającym się w badaniach ekologicznych wskaźnikiem różnorodności gatunkowej, jest średnia liczba gatunków dla serii próbek (s) (Klimek 2000). W mulczowanej truskawce niską wartość tego wskaźnika stwierdzono w 1. i 2. terminie badań ($s = 2-2,8$), następnie wartość wskaźnika wzrosła do poziomu 3,5-4,2, a różnice te były istotne statystycznie.

Analiza występowania wybranych gatunków mechowców. W ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki w pierwszym terminie badań wśród mechowców dominowała *Ramusella mihelcici* – 52,8% (tab. 2). W następnym terminie, latem 2011 r., wskaźniki N i D dla tego gatunku były jeszcze wyższe: odpowiednio 21,07 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$ i 82,2%. W drugim roku badań *R. mihelcici* wysokie zagęszczenie i dominację osiągnęła tylko na wiosnę, a minimalną wartość wymienionych wskaźników stwierdzono na końcu cyklu badań (0,30 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$ i 3%). Z przebiegu dynamiki liczebności tego gatunku można wnioskować, iż skolonizował on zrębki jeszcze przed aplikacją na poletka doświadczałne. Według Weigmanna (2013) jest to gatunek, który może występować w różnych glebach, ale preferuje gleby leśne. Jest interesujące, że ten sam gatunek w warunkach laboratoryjnych, przy optymalnej temperaturze i wilgotności, na podłożu z kompostu wyprodukowanego z komunalnych osadów ściekowych z 20% dodatkiem słomy osiągnął zagęszczenie na poziomie 100 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$ (Klimek i in. 2011).

Innym mechowcem, bardzo licznie występującym w ściółkowanej truskawce na początku cyklu badań (11,74 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$), była *Oppia denticulata*. Jednak jej liczebność już latem 2011 r. 3-krotnie spadła, a latem i jesienią 2012 r. utrzymała się na niskim poziomie (0,36-0,72 tys. osobn. $\cdot m^{-2}$). Z literatury wynika, że jest to eurytopowy mechowiec zaliczany do grupy gatunków ciepło – i sucholubnych (Migliorini 2009, Ivan i Vasiliu 2010),

preferujących gleby siedlisk suchych, bogatych w materię organiczną (Weigmann 2013). Nie stwierdzono występowania tego gatunku w płacie murawy.

Sucholubnym mechowcem jest również *Scutovertex sculptus*. Ten pospolicie w Polsce gatunek jest przystosowany do życia w inicjalnych glebach w warunkach dużego nasłonecznienia, np. na nieużytkach i hałdach przemysłowych (Klimek i in. 1991, Skubała 1999, Rolbiecki i in. 2006). Na badanym terenie był on liczniejszy w plantacji truskawek niż w płacie murawy. W glebie murawy *S. sculptus* wykazał w dwuletnim cyklu badań stosunkowo wyrównane zagęszczenie, natomiast na stanowisku z dodatkiem ściółki na początku było ono niskie, jesienią 2011 r. wyraźnie wzrosło, by rok później uzyskać maksimum – 5,18 tys. osobn. $\cdot$ m⁻². Najprawdopodobniej gatunek ten występował na tym gruncie jeszcze przed założeniem plantacji. Jego liczebność w miejscach o małym stopniu pokrycia gleby roślinnością, np. na odłogowanych gruntach rolniczych, czy terenie zdegradowanym jest niska i nie przekracza na ogół 1 tys. osobn. $\cdot$ m⁻² (Klimek i in. 2009, Klimek i Rolbiecki 2011). Mulczowanie gleby zrębkami wpłynęło na stopniowy wzrost liczebności jego populacji – jesienią 2012 r. w uprawie truskawki był dominującym mechowcem ($D = 51,5\%$).

Jednym z najpospolitszych w Polsce i na świecie gatunków mechowców jest *Tectocephus velatus*, który jest uważany za dobrego bioindykatora zmian zachodzących w środowisku (Klimek 2000, Gulvik 2007). W płacie murawy najliczniej występował on w pierwszym terminie badań (różnice w zagęszczeniu pomiędzy 1. terminem a pozostałymi były istotne statystycznie), następnie jego zagęszczenie spadło i utrzymało się na dość wyrównanym poziomie. W zrębkach najniższe zagęszczenie *T. velatus* odnotowano zaraz po ich aplikacji na pole – 0,36 tys. osobn. $\cdot$ m⁻². W następnych sezonach zagęszczenie oraz dominacja stopniowo rosły. Maksymalne wartości wskaźniki te uzyskały latem 2012 r.: odpowiednio 15,41 tys. osobn. $\cdot$ m⁻² i 78,3%. Z literatury wiadomo, iż omawianego mechowca charakteryzuje wysoki wskaźnik reprodukcji i duża zdolnością kolonizacji nowych środowisk. Zaliczany jest do mykofagów (Luxton 1972, Ponge 1991) i może żerować na mikoryzach (Schneider i in. 2005, Remén i in. 2010), prawdopodobnie przyczyniając się do ich rozprzestrzeniania. Tak istotny wzrost jego liczebności może więc świadczyć o dobrym rozwoju mikroorganizmów glebowych, szczególnie grzybów, co z kolei może pozytywnie rzutować na produkcję truskawki.

Gatunkiem wyraźnie dominującym w płacie murawy ($D = 41,4-75,5\%$) był *Punctoribates punctum*. Najwyższe zagęszczenie uzyskał on wiosną 2011 r. (35,04 tys. osobn. $\cdot$ m⁻²). Jest to mechowiec łąkowo-leśny, preferujący użytki zielone, jest spotykany też na obszarach pól uprawnych (Seniczak i Seniczak 2008). Występowanie tego gatunku odnotowano w plantacji truskawki, we wszystkich terminach badań, chociaż był tam mniej liczny niż inne mechowce. Znaczący wzrost jego liczebności stwierdzono w ostatnim terminie badań. Innymi

gatunkami wyraźnie preferującymi płat murawy były *Scheloribates laevigatus* i *Pilogalumna crassiclava*.

Tabela. 2. Średnie zagęszczenie gatunków mechowców (N w tys. osobn. $\cdot m^{-2}$) w kolejnych terminach badań w latach 2011-2012 w ściółkowanej zrzębkami uprawie truskawki (Z) i płacie murawy (M)

Table 2. Mean species abundance of oribatid mites (N in 1000 individuals $\cdot m^{-2}$) in strawberries cultivation with mulched wood chips (Z) and in patch of grass (M) in seasons 2011-2012

Gatunek Species		Termin badań – Research data					
		V.2011	VII.2011	X.2011	IV.2012	VII.2012	X.2012
<i>Brachychthonius</i> sp.	Z	-	-	-	0,06 ^A	0,06 ^A	-
	M	0,48 ^A	-	-	1,08 ^A	-	-
<i>Eupelops occultus</i> (Koch)	Z	-	-	-	0,06 ^A	-	0,06 ^A
<i>Liochthonius</i> sp.	M	0,24 ^A	-	-	3,19 ^A	0,12 ^A	0,06 ^A
<i>Oppia denticulata</i> (G. & R. Canestrini)	Z	11,74 ^A	3,55 ^A	1,81 ^B	1,81 ^B	0,36 ^B	0,72 ^B
<i>Oppiella nova</i> (Oudemans)	Z	-	0,12 ^A	0,06 ^A	-	0,06 ^A	0,12 ^A
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)	Z	0,06	-	-	-	-	-
<i>Pilogalumna crassiclava</i> (Berlese)	M	2,53 ^A	2,11 ^A	2,53 ^A	2,47 ^A	2,95 ^A	0,84 ^A
<i>Punctoribates punctum</i> (Koch)	Z	0,06 ^A	0,12 ^A	0,30 ^A	0,18 ^A	0,24 ^A	0,78 ^B
	M	35,04 ^A	5,00 ^B	6,68 ^B	6,62 ^B	4,94 ^B	2,83 ^B
<i>Ramusella mihelcici</i> (Pérez-Íñigo)	Z	13,97 ^A	21,07 ^A	1,38 ^B	11,08 ^A	1,99 ^B	0,30 ^B
	M	0,12	-	-	-	-	-
<i>Rhinoppia subpectinata</i> (Oudemans)	Z	-	-	-	-	-	0,06
<i>Rhysotritia duplicata</i> (Grandjean)	Z	-	-	-	-	-	0,06
<i>Scheloribates laevigatus</i> (Koch)	Z	0,06 ^A	-	0,24 ^A	0,18 ^A	0,06 ^A	0,12 ^A
	M	1,02 ^A	0,24 ^B	0,12 ^B	0,96 ^A	0,78 ^A	0,12 ^B
<i>Scutovertex sculptus</i> Michael	Z	0,18 ^A	-	2,05 ^B	1,75 ^B	1,51 ^A	5,18 ^C
	M	0,06 ^A	0,24 ^A	0,24 ^A	0,54 ^A	0,72 ^A	0,72 ^A
<i>Suctobelba</i> sp.	M	-	-	-	0,06 ^A	0,06 ^A	-
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	Z	0,36 ^A	0,78 ^A	2,05 ^A	8,25 ^B	15,41 ^B	2,53 ^A
	M	6,92 ^A	0,24 ^B	1,02 ^B	1,08 ^B	1,57 ^B	0,12 ^B

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

Źródło: opracowanie własne.

PODSUMOWANIE

W mulczowanej uprawie truskawki już na początku badań stwierdzono wysoką liczebność roztoczy – 26,91 tys. osobn. $\cdot$ m⁻². Wśród tych pajęczaków wyraźnie dominowały mechowce (98,2%). W zrębkach zagęszczenie roztoczy, a szczególnie mechowców, w trakcie sezonu wegetacyjnego było bardziej wyrównane niż w płacie murawy. Zastosowana w doświadczeniu ściółka stworzyła korzystne warunki środowiskowe dla rozwoju większości mechowców.

W uprawie truskawki stwierdzono występowanie 12 gatunków mechowców, a w pobliskim płacie murawy było ich 9. W glebie płata murawy w kolejnych terminach badań liczba gatunków tych roztoczy wahała się od 5 do 8. W zrębkach natomiast na początku badań stwierdzono 7 taksonów, a pod koniec cyklu liczba ta wzrosła do 11. Różnice w różnorodności gatunkowej mechowców, obliczone za pomocą wskaźnika *s*, pomiędzy początkiem a końcem cyklu badań były istotne statystycznie.

W ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki, w zależności od terminu badań, dominowały następujące mechowce: *Ramusella mihelcici* – 1., 2. i 4.; *Tectocephus velatus* – 3. i 5. oraz *Scutovertex sculptus* w 6. terminie. Gatunkiem wyraźnie dominującym w płacie murawy (*D* = 41,4-75,5%) był *Punctoribates punctum*. Najwyższe zagęszczenie uzyskał on wiosną 2011 r. (35,04 tys. osobn. $\cdot$ m⁻²).

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

- 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.
- 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.
- Chachaj B., Seniczak S. (2006). *Seasonal dynamics of the density of Oribatida (Acari) in a lowland meadow and pastures*. Biological Lett. 43(2), 153-156.

- 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.
- Gulvik M.E. (2007). *Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: a review*. Pol. J. Ecol. 55(3), 415-440.
- 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.
- 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., Chachaj B., Kosakowski L. (2011). *Influence of sewage sludge composts with straw or ash on oribatid mites (Acari, Oribatida) from pine forest litter in laboratory conditions*. Biological Lett. 48(1), 19-27.
- Klimek A., Chachaj B., Lidia Sas-Paszt, Waldemar Treder, Mateusz Frąc (w druku). *Występowanie roztoczy (Acari) glebowych w ściółkowanej zrębkami uprawie truskawki*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich.
- Klimek A., Rolbiecki S. (2011). *Wzrost sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.) i występowanie roztoczy (Acari) glebowych na rekultywowanym terenie popoligonowym w Nadleśnictwie Żółędowo*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 1, 249-262.
- 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., Rolbiecki S., Długosz J., Stypczyńska Z. (2009). *Roślinność, wybrane właściwości gleby i roztocze (Acari) we wstępnej fazie sukcesji leśnej na rekultywowanym terenie popoligonowym Bydgoszcz-Jachcice*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5, 167-181.
- Klimek A., Rolbiecki S., Rolbiecki R., Hilszczańska D., Malczyk P. (2008). *Impact of chosen bare root nursery practices in Scots pine seedling quality and soil mites (Acari)*. Polish J. of Environ. Stud. 17(2), 247-255.
- Klimek A., Rolbiecki S., Rolbiecki R., Malczyk P. (2009). *Impact of chosen bare root nursery practices on white birch seedling quality and soil mites (Acari)*. Polish J. of Environ. Stud. 18(6), 1013-1020.
- 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. Fert. 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.
- Luxton M. (1972). *Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. I. Nutritional biology*. Pedobiologia 12, 434-463.
- Migliorini M. (2009). *Oribatid mite (Arachnida: Oribatida) coenoses from SW Sardinia*. Zootaxa, 2318: 8-37.
- 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.
- Remén C., Fransson P., Persson T. (2010). *Population responses of oribatids and enchytraeids to ectomycorrhizal and saprotrophic fungi in plant-soil microcosms*. Soil Biol. Biochem. 42, 978-985.
- 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.
- Schneider K., Renker C., Maraun M. (2005). *Oribatid mite (Acari, Oribatida) feeding on ectomycorrhizal fungi*. Mycorrhiza 16, 67-72.
- Seniczak S., Seniczak A. (2008). *Morphology of Three European Species of the Genus Punctobibates Berlese, 1908 (Acari: Oribatida: Mycobatidae)*. Annales Zoologici 58(3), 473-485.
- Skubała P. (1999). *Colonization of a dolomitic dump by oribatid mites (Acari, Oribatida)*. Pedobiologia 43(2), 145-159.
- 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.

Dr hab. inż. Andrzej Klimek, prof. UTP,
Mgr Katarzyna Błachowicz
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
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
Mgr. Anna Tryngiel-Gać
Instytut Ogrodnictwa
Zakład Agrotechniki Roślin Sadowniczych
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
E-mail: waldemar.treder@inhort.pl