PROGRESS IN PLANT PROTECTION
58 (4): 321-326, 2018
ISSN 1427-4337

DOI: 10.14199/ppp-2018-045
Published online: 31.12.2018

Received: 21.11.2018 / Accepted: 21.12.2018

Soil macrofauna of lawns in the Olsztyn agglomeration

Makrofauna glebowa trawników aglomeracji olsztyńskiej

Wojciech Sądej*, Elżbieta Topa, Mariusz Nietupski

Summary

The soil macrofauna of urban lawns consists of species which, depending on the location, represent from 7 to 10 families of arthropods (Arthropoda), and earthworms (Lumbricidae.) The core members are: ants Formicidae, carab beetles Scarabaeidae, click beetles Elateridae and crane flies Tipulidae. The density of macrofauna on the lawns chosen for the study varied due to environmental factors, methods of grass maintenance, floristic environment and the age of lawns. The communities of noxious macrofauna were composed of *Agriotes lineatus* L., *Amphimalion solstitiale* L., *Melolontha melolontha* L., *Tipula paludosa* Meig., *Hemicrepidius niger* L., *Agriotes segetum* L. and *Arctia caja* L., and their foraging activity evidently deteriorated the aesthetic quality of lawns. The analysis showed a positive correlation between higher soil temperature and the occurrence of Carabidae, and higher carbon content and the abundance of Tipulidae, Noctuidae, Elateridae and Staphylinidae.

Key words: soil macrofauna; urban lawns; intensity of use

Streszczenie

Makrofauna glebowa trawników miejskich to gatunki reprezentujące w zależności od lokalizacji 7–10 rodzin stawonogów Arthropoda oraz dżdżownice Lumbricidae. Dżdżownice oraz mrówkowate Formicidae, żukowate Scarabaeidae, sprężykowate Elateridae i koziułkowate Tipulidae stanowiły trzon zespołu. Zagęszczenie makrofauny na wybranych trawnikach było zróżnicowane pod wpływem czynników środowiskowych, sposobu pielęgnacji, otoczenia florystycznego oraz czasokresu funkcjonowania poszczególnych obiektów. Zespół szkodliwej makrofauny stanowiły natomiast: *Agriotes lineatus* L., *Amphimalion solstitiale* L., *Melolontha melolontha* L., *Tipula paludosa* Meig., *Hemicrepidius niger* L., *Agriotes segetum* L. i *Arctia caja* L., a ich żerowanie ewidentnie pogorszyło wygląd estetyczny trawnika. Analiza wykazała dodatnią korelację między wyższą temperaturą gleby a występowaniem Carabidae oraz wyższą zawartością węgla a liczebnością Tipulidae, Noctuidae, Elateridae i Staphylinidae.

Słowa kluczowe: makrofauna glebowa; trawniki miejskie; intensywność użytkowania

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Katedra Entomologii, Fitopatologii i Diagnostyki Molekularnej
Prawocheńskiego 17, 10-722 Olsztyn
*corresponding author: wojciech.sadej@uwm.edu.pl

Wstęp / Introduction

Fauna glebowa to ważny składnik gleby kształtujący jej strukturę, porowatość, aerację i dodatkowo wzbogacający ją w substancje organiczne. Szczególną rolę odgrywa makrofauna, ponieważ stymuluje rozwój mikroorganizmów i powoduje zmiany w strukturze całego zespołu zwierząt zasiedlających glebę (Chrzan i Marko-Worłowska 2005). W większości stanowią ją stawonogi (Arthropoda), a z praktycznego – agronomicznego punktu widzenia, dzielimy ją na szkodliwą i pożyteczną.

Największe znaczenie wśród pierwszej z wymienionych, jak podaje Mrówczyński i wsp. (2006) mają: pędraki (Melelonthidae), drutowce (Elateridae), rolnice (Agrotinae) oraz larwy koziułek (Tipulidae). W zespole makrofauny pożytecznej ważne są natomiast: dżdżownice (Lumbricidae) oraz biegaczowate (Carabidae) i kusakowate (Staphylinidae).

W ostatnich dziesięcioleciach odnotowywane jest duże zagrożenie upraw rolniczych, ogrodniczych i leśnych przez szkodliwą makrofaunę glebową (Mrówczyński i wsp. 2006; Malinowski 2007; Sądej i wsp. 2007; Sądej 2008). Wstępne badania przeprowadzone w 2010 roku na wybranych olsztyńskich trawnikach wykazały, że stanowi ona również nie zawsze dostrzegany problem na tych specyficznych monokulturach. Niszczenie darni przez szkodniki glebowe jest niewspółmierne do strat notowanych np. w leśnictwie (Malinowski 2007), niemniej jednak dla właściciela przydomowego trawnika stanowi problem.

Szkodniki reprezentujące wymienione powyżej taksony, powodują często widoczne uszkodzenia roślin, pogarszając wizualno-estetyczne walory trawników, które w każdej aglomeracji są podstawowym składnikiem zieleni miejskiej. Uzupełniają architekturę miasta i stanowią element dekoracyjny, wprowadzając jednocześnie harmonię w krajobrazie miejskim. Oddziałują także pozytywnie na mieszkańców, pełnią funkcję ekologiczną, wpływając na mikroklimat oraz użytkową, stanowiąc tereny rekreacyjne.

Utrzymanie trawników wymaga szeregu zabiegów agrotechnicznych, a nakłady finansowe na utrzymanie miejskich terenów zielonych są natomiast niskie, co powoduje znaczną ich degradację (Trzaskowska i Adamiec 2012).

Czynnikami decydującymi o stanie darni są cechy gatunkowe roślin ją stanowiących, wilgotność gleby oraz stopień zachwaszczenia, wynikający ze sposobu eksploatacji nawierzchni (Białczyk i wsp. 2011). Literatura dotycząca trawników, koncentruje się głównie na wymienionych zagadnieniach, natomiast problem szkodliwej makrofauny glebowej, która również wpływa na stan darni jest pomijany.

Celem badań było ustalenie składu faunistycznego zespołów makrofauny glebowej trawników aglomeracji miejskiej i jej zagęszczenia, ze szczególnym uwzględnieniem gatunków powszechnie uważanych za szkodniki oraz ocena ich szkodliwości i czynników warunkujących jej występowanie.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w latach 2010–2012, na trzech obiektach, którymi były wybrane trawniki założone na glebie lekkiej, zlokalizowane na terenie aglomeracji olsztyńskiej. Obiekty badawcze różniły się: lokalizacją, sposobem uprawy i pielęgnacji oraz otoczeniem florystycznym, a także terminem założenia (tab. 1).

W pierwszym roku badań próby glebowe pobrano 29.04, w drugim 6.05 oraz 6.10. W trzecim roku natomiast, pobrano je pięciokrotnie dla ustalenia zagęszczenia gatunków szkodliwych (11.05, 15.06, 12.07, 24.08, 21.09) i tylko na obiekcie Brzeziny Górne, gdzie wystąpiły widoczne ubytki w runi trawnika. Pobierano je za pomocą ramki Morissa (25 cm × 25 cm), którą wbijano w glebę na głębokość 18 cm. Każda seria składała się łącznie z 16 prób (łącznie powierzchnia 1 m^2), pobieranych w 4 punktach wyznaczonych po przekątnej danego trawnika, w każdym po 4 ramki (Górny i Grüm 1981). Ekstrakcji makrofauny dokonywano w miejscu pobrania, za pomocą sita o średnicy 2 mm. Zebrany materiał policzono i zidentyfikowano przy pomocy kluczy do oznaczania (Pławilszczikow 1972; Plisko 1973; Tarnawski 2000). W trzecim roku badań, wykonywano pomiary temperatury gleby oraz jej wilgotności wielofunkcyjnym przyrządem CX-105, jesienią natomiast pobrano glebę do analiz labratoryjnych, laską glebową z warstwy 0–20 cm. Analizy wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie. W próbach oznaczono: węgiel organiczny metodą Tiurina, azot ogółem metodą Kjeldahla oraz odczyn gleby w KCl.

Ocenę zależności pomiędzy występowaniem makrofauny glebowej na wybranych trawnikach a oznaczonymi parametrami fizykochemicznymi gleby (temperatura, wilgotność, pH, zawartość C i N) przeprowadzono przy wykorzystaniu technik ordynacyjnych (ter Braak i Smilauer 1998). Zastosowano metodę RDA (Redundancy Analysis), ponieważ rozkład analizowanych danych miał charakter liniowy (długość gradientu SD = 1,15). Obliczenia statystyczne i ich graficzną interpretację wykonano przy użyciu programu Canoco 4.56.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Makrofauna pozyskana z gleby wybranych trawników miejskich stanowiła zróżnicowane zespoły (tab. 2). Najbardziej różnorodny był zespół z 6–7-letnich trawników obiektu Brzeziny, w skład którego wchodziły gatunki reprezentujące 11 rodzin, a najmniej 8 rodzin, które stwierdzono w materiale zebranym z najdłużej funkcjonującego trawnika znajdującego się na terenie kampusu uniwersyteckiego (tab. 1).

W pozyskanym materiale, najliczniej reprezentowane były Lumbricidae z gatunkiem dominującym *Apporectodea caliginosa* L. Zgodnie z nomenklaturą przyjętą przez

Tabela 1. Charakterystyka obiektów badawczych

Table 1. Characteristics of the analysed lawns

Obiekt Object	Lokalizacja Location	Powierzchnia Surface area [ha]	Sposób uprawy Cultivation method	Otoczenie florystyczne Plant communities in the nearest surroundings	Uwagi Remarks
Kortowo I	Południowo-zachodnia część miasta, kampus Uniwersytetu Warmińsko--Mazurskiego. Trawnik przylega do centralnego parkingu, z dwu stron sąsiaduje z gmachami uczelni. The south-western part of the town, campus of the University of Warmia and Mazury. The lawn is adjacent to the central car park, and on both sides it neighbours with university buildings.	0,38	Umiarkowanie ekstensywny: koszenie 4–5 razy w sezonie, sporadyczne nawadnianie i nawożenie (NPK na wiosnę). Moderately extensive: mowed 4–5 times in a season, sporadically watered and fertilised with NPK (in spring).	Żywopłot niski odgradzający trawnik od jezdni (klon pospolity *Acer plantanoides* L.). Pojedyncze okazy: dąb szypułkowy *Quercus rogur* L., świerk srebrny *Picea pungens* Eng., klon pospolity *Acer plantanoides* L., cis pospolity *Axus baccata* L. Odległość od kompleksu zadrzewień około 80–100 m. Low hedge separating the lawn from a road (Norway maple *Acer plantanoides* L.). Single specimens: English oak *Quercus rogur* L., blue spruce *Picea pungens* Eng., Norway maple *Acer plantanoides* L., common yew *Axus baccata* L. Distance to the tree assemblage about 80–100 m.	Lata założenia 1954–1955. W latach 70. uprawa bardziej intensywna. Lekki północny skłon. Established in 1954–1955. In the 1970s the cultivation method became more intensive. Slight northerly incline.
Park im. J. Kusocińskiego J. Kusociński Park	Wschodnia część aglomeracji, przylegająca do centrum. Obiekt położony pomiędzy ulicami o dużym natężeniu ruchu, otoczony blokami mieszkalnymi wysokimi i średnimi. Eastern part of the town, adjacent to the town centre. The lawn lies between streets with heavy traffic, and is among high- and medium-rise blocks of flats.	0,42	Ekstensyny: koszenie 3–4 razy w sezonie, nienawożony i nienawadniany. Extensive: mowed 3–4 times in a seaon, not fertilised and not irrigated.	Pojedyncze skupiska krzewów i drzew: jaśminowiec *Philadelphus coronarius* L., dereń *Cornus sericea* L., świerk srebrny *Picea pungens* Eng., klon pospolity *Acer plantanoides* L., wierzba biała *Salix alba* L., lipa szerokolistna *Tilia platyphyllos* L., kasztanowiec biały *Aesculus hippocastanum* L. Single groups of shrubs and trees: white syringa *Philadelphus coronarius* L., dogwood *Cornus sericea* L., blue spruce *Picea pungens* Eng., Norway maple *Acer plantanoides* L., white willow *Salix alba* L., broad-leaved lime *Tilia platyphyllos* L., common horese-chestnut *Aesculus hippocastanum* L.	Założono w latach 1972–1974. Teren płaski. Established in 1972–1974. Flat land relief.
Brzeziny Górne Upper Brzeziny	Południowo-wschodnia część miasta, osiedle domków jednorodzinnych. Kompleks trawników pomiędzy ulicami Grabdy i Poznańskiego. The south-eastern part of the town, a residential housing estate with detached houses. A set of lawns between the Grabdy and Poznańskiego Streets.	0,18	Umiarkowanie intensywny: wertykulacja płytka co 3 lata, koszenie 12–14-krotne, nawadnianie 2–3 razy w sezonie, wiosną NPK plus 2x N – czerwiec i lipiec. Moderately intensive: shallow verticulation every 3 years, mowed 12–14 times in a season, watered 2–3 times ub a season, NPK fertilisation in spring plus 2x N in June and July.	Dekoracyjne skupiska krzewów i drzew, szpalery tuj *Thuja* L. Gatunki: jałowiec *Juniperus* L., brzoza karłowata *Betula nana* L., cis pospolity *Axus baccata* L., świerk srebrny *Picea pungens* Eng., berberys *Berberidacea* Juss. Ornamental groups of shrubs and trees, rows of thujas *Thuja* L. Species: juniper *Juniperus* L., dwarf birch *Betula nana* L., common yew *Axus baccata* L., blue spruce *Picea pungens* Eng., barberry *Berberidacea* Juss.	Założono 2004–2005. Sąsiedztwo parku (3 ha), z dominacją grabu *Carpinus* L., klonu *Acer* L., brzozy *Betula* L. Established in 2004–2005. Near a park (3 ha), with the dominant tree species: hornbeam *Carpinus* L., maple *Acer* L., birch *Betula* L.

Górnego i Grüma (1981), należy je zakwalifikować do klasy superdominantów (DS) zespołu makrofauny trawników, ponieważ stanowiły ponad 30% ogółu pozyskanej makrofauny.

Istotnym czynnikiem warunkującym dominację gatunków reprezentujących Lumbricidae jest brak mechanicznej ingerencji w glebę, dlatego licznie występują na obiektach ugorowanych, nieużytkach, a także trawnikach (Sądej i wsp. 2007; Marko-Worłowska i Chrzan 2010; Twardowski 2011).

Eudominantami (D5) w zespole makrofauny trawników były natomiast Scarabeidae z gatunkiem dominującym *Amphimalion solstitiale* L. oraz Formicidae, stanowiące po 10,2% ogółu zebranych okazów. Nadmienić należy, że osobniki reprezentujące pierwszy z wymienionych taksonów preferowały trawnik obiektu III, który w porównaniu z pozostałymi był stosunkowo intensywnie użytkowany i pielęgnowany (częste koszenie, nawożenie, deszczowanie). Czynnikiem stymulującym była najprawdopodobniej wilgotność gleby. Kowalska (2002) podaje, że jaja guniaka czerwczyka oraz chrabąszcza majowego są bardzo wrażliwe na wysuszanie. Klasę dominantów (D4) stanowiły gatunki Elateridae. Pozostałe taksony reprezentowane były mniej licznie, zakwalifikowano je do klasy recedentów (D2) i subrecedentów (D1), za wyjątkiem Tipulidae, które uznano za subdominanty (D3), ponieważ stanowiły 4,6% ogółu pozyskanej makrofauny.

Zagęszczenie makrofauny glebowej na trawnikach objętych badaniami było również zróżnicowane, największe stwierdzono na obiekcie II Park im. J. Kusocińskiego i było ono zbliżone do ustalonego w obiekcie III Brzeziny Górne (tab. 2). Zdecydowanie mniejszym charakteryzował się obiekt I, zlokalizowany na terenie kampusu uniwersyteckiego.

Dodać należy, że na obiekcie II wyjątkowo licznie wystąpiły dżdżownice. Pomijając w analizie uzyskanych wyników ich liczebność wyraźnie widać, że obiekt III charakteryzował się największą liczebnością gatunków reprezentujących pozostałe taksony, jak również największą bioróżnorodnością makrofauny glebowej.

Istotny wpływ na zagęszczenie makrofauny miały warunki środowiskowe panujące w obiektach, na których pobierano próby. Ważnym czynnikiem różnicującym był niewątpliwie, czasokres funkcjonowania poszczególnych trawników oraz sposób ich użytkowania. Powszechnie wiadomo, że na obiektach wieloletnich zwłaszcza przy zaniechaniu zabiegów uprawowych, zespoły fauny glebowej są bardziej ustabilizowane (Sądej 2008; Twardowski 2011).

Z praktycznego punktu widzenia ważna jest liczebność i skład gatunkowy szkodliwej makrofauny glebowej. Najliczniej wystąpiła ona na obiekcie Brzeziny Górne (tab. 2). Było to spowodowane najwyraźniej sposobem prowadzenia trawnika oraz otoczeniem florystycznym

Tabela 2. Makrofauna glebowa pozyskana na wybranych trawnikach (2010–2011)
Table 2. Soil macrofauna obtained from the selected lawns (2010–2011)

Takson – Taxon			Stanowisko – Locality			Suma Sum	Średnia Mean	[%]	Wskaźnik dominacji Domination index**
Gromada Phylum Rząd – Order	rodzina family	gatunek dominujący dominant species	I*	II	III				
Clitellata Haplotaxida	Lumbricidae	*Apporectodea caliginosa* L.	69	127	36	232	77,3	56,5	DS
Diplopoda Julida	Julidae	*Tachypodoiulus niger* Leach.	2	2	1	5	1,7	1,2	D2
Chilopoda Geophilomorpha	Geophilidae	*Geophilus electricus* L.	4	1	2	7	2,3	1,7	D2
Malacostraca Parcellionida	Isopoda	*Parcelio scaber* Latr.	–	–	2	2	0,7	0,5	D1
Insecta Coleoptera	Elateridae	*Agriotes lineatus* L.	6	9	18	33	11,0	8,0	D4
	Scarabaeidae	*Amphimalion solstitiale* L.	12	8	22	42	14,0	10,2	D5
	Carabidae	*Harpalus rufipes* De Geer.	1	3	4	8	2,7	2,0	D2
	Staphylinidae	*Staphylinus erythropterus* L.	2	4	6	12	4,0	2,9	D3
Lepidoptera	Noctuidae	*Agriotes segetum* L.	–	2	6	8	2,7	2,0	D2
Diptera	Tipulidae	*Tipula scripta* Meig.	2	6	11	19	6,3	4,6	D3
Hymenoptera	Formicidae	*Lasius flavus* Fab.	–	–	42	42	14,0	10,2	D5
Razem – Total			98	162	150	410	–		

*I – Kortowo, II – Park im. J. Kusocińskiego, III – Brzeziny Górne
**Górny i Grüm (1981) – dotyczy rodzin – Górny and Grüm (1981) – concerns family

obiektu, które sprzyjało występowaniu fitofagów, zwłaszcza reprezentujących Scarabaeidae i Elateridae (tab. 1). W pierwszym roku badań odnotowano tu ubytki w runi trawników, pogarszające ich estetykę, co stanowiło przesłankę do kontynuowania następnego etapu badań na tym obiekcie.

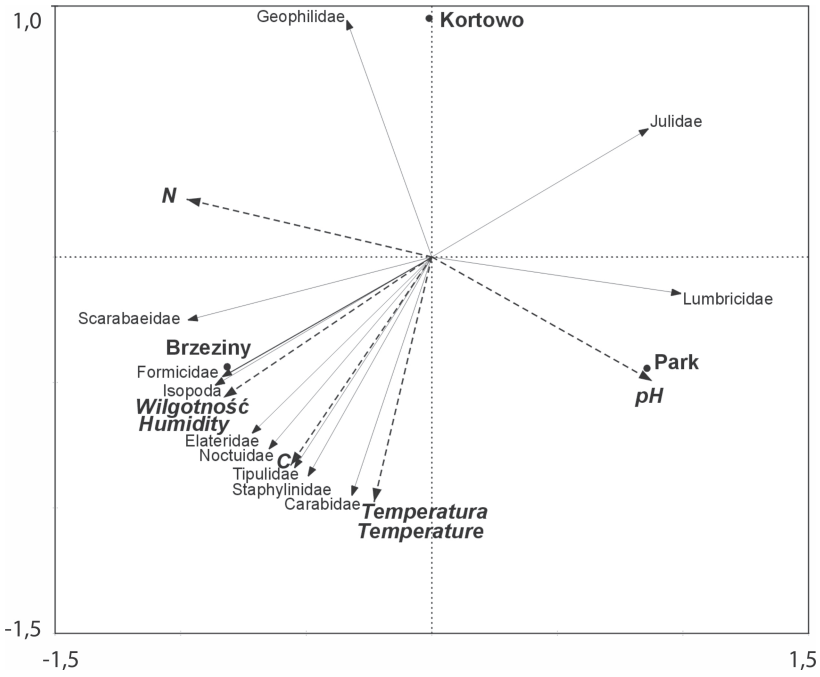
Pozyskane z gleby w trzecim roku okazy to głównie formy larwalne, pospolicie występujących w agrocenozach szkodników reprezentujących takie taksony, jak: Scarabaeidae, Elateridae, Noctuidae oraz Tipulidae. Procentowy udział wymienionych w zespole makrofauny szkodliwej, uzasadnia zakwalifikowanie dwóch pierwszych do super dominantów w zespole, natomiast pozostałe do dominantów. Sprężykowate, żukowate i sówkowate reprezentowały po dwa gatunki, ostatnią z wymienionych rodzin jeden – *Tipula scripta* Meig.

Największe średnie zagęszczenie na trawniku odnotowano w przypadku gatunków: *Agriotes lineatus* L., *Amphimalion solstitiale* L. i *Melolontha melolontha* L. Wynosiło ono odpowiednio – 4,4, 3,6 i 3,4 osobnika/m^2. Osobniki pierwszego z wymienionych gatunków preferują gleby lżejsze, niezbyt intensywnie użytkowane np. uprawy okopowych w gospodarstwach ekologicznych (Sufyan i wsp. 2011). Ustalone zagęszczenia są wyjątkowo niskie w porównaniu do podawanych w literaturze (Trepashko i wsp. 2006; Sądej i wsp. 2007; Sądej 2008), jednak wystarczające, aby wyraźnie pogorszyć wygląd estetyczny trawnika.

Następstwem żerowania larw wymienionych gatunków były widoczne ubytki wegetujących traw tworzących ruń i pojawiający się w tych miejscach mech oraz chwasty dwuliścienne. Zaobserwowano również skupiskowy charakter występowania larw wymienionych gatunków. Zauważono również, że ich skupiska zwabiały jeże (Erinaceinae), które wyszukując pokarm tworzyły liczne lejkowate dołki w glebie, także pogarszające estetykę trawnika.

Analizując badane czynniki wpływające na makrofaunę glebową trawników należy stwierdzić, że pozytywny wpływ na jej występowanie miały: temperatura gleby, jej wilgotność oraz zawartość próchnicy. Stanowi to potwierdzenie wcześniej opublikowanych wyników (Sądej i wsp. 2007, 2012).

Analiza diagramu RDA wskazuje na istnienie pewnych korelacji między badanymi czynnikami środowiskowymi a występowaniem określonych grup makrofauny (rys. 1). Wyższa temperatura gleby była dodatnio skorelowana z liczniejszym występowaniem chrząszczy z rodziny Carabidae, natomiast nieco wyższa zawartość węgla organicznego sprzyjała występowaniu owadów z rodzin: Tipulidae, Noctuidae, Staphylinidae i Elateridae. Wilgotność okazała się zmienną, która skorelowana była ze wzrastającą liczebnością osobników należących do Isopoda oraz Formicidae. Przestrzenne rozmieszczenie na diagramie RDA wektorów symbolizujących wartości pH gleby i zawartość N sugeruje, że były to zmienne środowiskowe, które nie miały wpływu na występowanie badanych grup makrofauny glebowej trawników miejskich.



Rys. 1. Diagram ordynacyjny (RDA) prezentujący korelacje między liczebnością makrofauny glebowej badanych obiektów a wpływem wyróżnionych czynników środowiskowych (wilgotność, temperatura, pH, zawartość C i N w glebie)

Fig. 1. The RDA analysis diagram presenting the relationships between the analyzed environmental variables (humidity, temperature, pH, C and N content) and the soil macrofauna

Wnioski / Conclusions

1. Makrofaunę glebową trawników miejskich stanowiło w zależności od obiektu 7–10 rodzin stawonogów Arthropoda oraz dżdżownice Lumbricidae, które z mrówkowatymi Formicidae, żukowatymi Scarabaeidae, sprężykowatymi Elateridae i koziułkowatymi Tipulidae stanowiły trzon zespołu.
2. Zagęszczenie makrofauny glebowej na obiektach badawczych było zróżnicowane, a wpływ na nie miały: czynniki środowiskowe, sposób pielęgnacji, otoczenie florystyczne oraz czasokres funkcjonowania poszczególnych trawników.
3. Zespół szkodliwej makrofauny stanowiło 7 gatunków: *A. lineatus*, *A. solstitiale*, *M. melolontha*, *T. scripta*, *H. niger*, *A. segetum* i *A. caja*, których żerowanie powodowało ewidentne pogorszenie wyglądu estetycznego trawnika.
4. Przeprowadzona analiza wykazała dodatnią korelację między wyższą temperaturą gleby a występowaniem chrząszczy z rodziny Carabidae oraz wyższą zawartością węgla w glebie a liczebnością występowania owadów z rodzin: Tipulidae, Noctuidae, Staphylinidae i Elateridae. Wilgotność okazała się zmienną, która skorelowana była ze wzrastającą liczebnością gatunków Isopoda i Formicidae.

Literatura / References

Białczyk W., Cudzik A., Czarnecki J., Jamroży K. 2011. Ocena czynników determinujących stan powierzchni zadarnionych w miastach. [Estimation of factors determining the condition of urban grass areas]. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 562: 11–19.

Chrzan A., Marko-Worłowska M. 2005. Ocena mezo- i makrofauny gleb łąkowych i leśnych w Ojcowskim Parku Narodowym. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 507 (1): 63–74.

Górny M., Grüm L. 1981. Metody stosowane w zoologii gleby. PWN, Warszawa, 483 ss.

Kowalska J. 2002. Ekologiczne uwarunkowania liczebności wybranych szkodników glebowych. Sylwan 146 (12): 97–103.

Malinowski H. 2007. Aktualne problemy ochrony lasu związane ze zwalczaniem chrząszczy (*Melolontha* spp.). [Current problems of forest protection connected with the control of cockchafers (*Melolontha* spp.)]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (1): 314–322.

Marko-Worłowska M., Chrzan A. 2010. Wpływ antropopresji na pedofaunę łąki i lasu w parku krajobrazowym w Krakowie Zakrzówku. [Ipmact of anthropopressure on meadow anf forest pedofauna in landscape park in Krakow-Zakrzowek]. Proceedings of ECOpole 4 (1): 161–165.

Mrówczyński M., Wachowiak H., Pruszyński G. 2006. Zagrożenie upraw rolniczych przez szkodniki glebowe. [New endangerment of agricultural crops by soil pests]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (1): 300–304.

Plisko J.D. 1973. Lumbricidae – Dżdżownice (Annelida: Oligochaeta). Fauna Polski 1. Fauna Poloniae. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, 156 ss.

Pławilszczikow N. 1972. Klucz do oznaczania owadów. PWRiL, Warszawa, 756 ss.

Sądej W. 2008. Ocena zespołu sprężykowatych (*Elateridae*) na stanowisku po zlikwidowanym sadzie. [Evaluation of a population of click beetles *Elateridae* on a site formerly occupied by an orchard]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (3): 952–955.

Sądej W., Rozmysłowicz R., Sądej W. 2007. Soil noxious macrofauna shaped by long term proper crop rotation. Polish Journal of Natural Sciences 22: 367–372.

Sądej W., Kosewska A., Sądej W., Nietupski M. 2012. Effects of fertilizer and land-use type on soil properties and ground beetle communities. Bulletin of Insectology 65 (2): 239–246.

Sufyan M., Neuhoff D., Furlan L. 2011. Assessment of the range of attraction of pheromone traps to *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus*. Agricultural and Forest Entomology 13 (3): 313−319. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2011.00529.x.

Tarnawski D. 2000. Elateridae – Sprężykowate (Insecta: Coleoptera). Część I. Fauna Polski 21. Fauna Poloniae. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, 415 ss.

ter Braak C.J.F., Smilauer P. 1998. CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, USA, 352 pp.

Trepashko L.I., Purenok M.V., Golovach V.V. 2006. Problemy ochrony upraw rolniczych przed szkodnikami glebowymi w Białorusi. [Problems of agricultural crop protection against soil-inhabiting pests in Belarus]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (1): 262–269.

Trzaskowska E., Adamiec P. 2012. Wartość estetyczna trawników ekstensywnych na wybranych obiektach Lublina. [Aesthetic value of extensive lawns on selected items of Lublin]. Łąkarstwo w Polsce (Grassland Science in Poland) 15: 193–203.

Twardowski J. 2011. Wpływ uproszczeń w uprawie roli na makrofaunę glebową plantacji pszenicy ozimej. [The effect of reduced tillage systems on soil macrofauna in winter wheat crops]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 51 (1): 487–491.