

ISSN 1642-3828

ZESZYTY NAUKOWE

Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa
Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie

i

Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego Oddział w Rzeszowie

Nr 16

Scientific Papers

Polish Society of Ecological Engineering

Polish Soil Science Society

South-Eastern Branch, Rzeszów

Rzeszów 2013

KOMITET REDAKCYJNY – EDITORIAL COMMITTEE

Joanna Kostecka (Uniwersytet Rzeszowski) – redaktor naczelny – Editor-in-Chief

Barbara Wiśniowska-Kielian (Uniwersytet Rolniczy, Kraków)
Janusz Mroczek (Uniwersytet Rzeszowski) – Sekretarz – Secretary

RADA PROGRAMOWA – PROGRAMING BOARD

Jan Siuta (Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa) – Przewodniczący – Chairman

Kevin R. Butt (Grenfell-Baines School of Architecture, Construction and Environment, University of
Central Lancashire, Preston, UK)

Wiktor Federowicz Jakobenczuk (Lwowski Państwowy Uniwersytet Rolniczy w Dublanach, Ukraina)

Alfredo Serreta Olivan (Universidad od Zaragoza)

Barbara Filipek-Mazur (Uniwersytet Rolniczy w Krakowie)

Maria Flis-Bujak (Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin)

Krzysztof Kasprzak (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu w Poznaniu)

Barbara Wiśniowska-Kielian (Uniwersytet Rolniczy, Kraków)

Janina Kaniuczak (Uniwersytet Rzeszowski)

Józef Koc (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie)

Joanna Kostecka (Uniwersytet Rzeszowski)

REDAKTOR JĘZYKOWY – LANGUAGE EDITOR

Maria Cyrankowska (Uniwersytet Rzeszowski)

REDAKTOR STATYSTYCZNY – STATISTICAL EDITOR

Jan Gąsior (Uniwersytet Rzeszowski)

SIEDZIBA REDAKCJI – EDITORIAL OFFICE

Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy
Katedra Biologicznych Podstaw Rolnictwa i Edukacji Środowiskowej
ul. Ćwiklińskiej 2, 35-959 Rzeszów
E-mail: jkosteck@univ.rzeszow.pl

ISSN 1642-3828

Druk: BONUS LIBER Sp. z o.o.
Wydawnictwo i Drukarnia Diecezji Rzeszowskiej
ul. 17 Pułku Piechoty 7, 35-020 Rzeszów
tel. 17 852 59 38
www.bonusliber.pl

SPIS TREŚCI

Joanna KOSTECKA

Wstęp5

Maciej BILEK, Kinga STAWARCZYK i Janina KANIUCZAK

Fluorki w wybranych herbatach ekspresowych.....7

Maciej BILEK, Maciej STRZEMSKI, Rafał PIENIAŹEK i Janina KANIUCZAK

Ocena zawartości anionów nieorganicznych w meteorytach metodą chromatografii jonowej..... 13

Cezary DUNIN-MUGLER i Agnieszka PODOLAK-MACHOWSKA

Badania wybranych elementów wiedzy na temat dżdżownic i „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych” 19

Marta GARGAŁA i Marta PISAREK

Roślinność towarzysząca małej architekturze sakralnej w Husowie na Podkarpaciu25

Wojciech GÓRECKI i Joanna KOSTECKA

Wpływ odpadu farby „eko” na dżdżownice31

Natalia I. KNIAZIEWA, Zbigniew BONCZAR, Mateusz OKRUTNIAK i Maria ROŚCISZEWSKA

Zastosowanie różnych poziomów struktur hierarchicznych organizmu dla oceny stopnia degradacji środowiska37

Karolina KONIECZNA i Barbara KRUPA

Owady, jako model w rozumieniu pojęcia „świadczenia ekosystemowe”45

Agnieszka OZIMEK i Maciej BILEK

Uwarunkowania potrzeby przetwarzania produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego i odpadów tłuszczowych53

Grzegorz PĄCZKA, Anna MAZUR-PĄCZKA i Joanna KOSTECKA

Znajomość pojęcia świadczenia ekosystemów ze szczególnym uwzględnieniem roli dżdżownic59

Bartosz PIECHOWICZ

Interakcja temperatury z wybranymi insektycydami u mącznika młynarka (*Tenebrio monitor L.*)67

Marta PISAREK, Dominika SZCZEPANIK i Marta GARGAŁA

Roślinność ozdobna cmentarzy gminy Pruchnik na Podkarpaciu75

Przemysław SZWAJKOWSKI, Agnieszka GRACLIK i Krzysztof KASPRZAK

Behawior garbacza helmiastego *Steatocranus casuarius poll*, 1939 w zasiedlonym akwarium.....81

CONTENTS

Joanna KOSTECKA Introduction	5
Maciej BILEK, Kinga STAWARCZYK and Janina KANIUCZAK Fluoride content in some teas in tea bags	7
Maciej BILEK, Maciej STRZEMSKI, Rafał PIENIAŹEK and Janina KANIUCZAK Evaluation of inorganic anions in meteorites by ion chromatography	13
Cezary DUNIN-MUGLER and Agnieszka PODOLAK-MACHOWSKA Studies of selected elements of knowledge about earthworms and “earthworm ecological boxes”	19
Marta GARGAŁA and Marta PISAREK Vegetation accompanying small sacred architecture in Husów in the Podkarpacie region ..	25
Wojciech GÓRECKI and Joanna KOSTECKA Influence of waste of "eco" paint to earthworms	31
Natalia I. KNIAZIEWA, Zbigniew BONCZAR, Mateusz OKRUTNIAK and Maria ROŚCISZEWSKA Applying various levels of hierarchical structures of organisms to evaluate the degree of environmental degradation	37
Karolina KONIECZNA and Barbara KRUPA Insects as a model to define ecosystem services	45
Agnieszka OZIMEK and Maciej BILEK Conditions for processing of animal and fatty waste	53
Grzegorz PAĆZKA, Anna MAZUR-PAĆZKA and Joanna KOSTECKA Knowledge of the concept of ecosystem services with special reference to the role of earthworms	59
Bartosz PIECHOWICZ Effect of temperature on toxicity of selected insecticides to yellow mealworm (<i>Tenebrio molitor</i>)	67
Marta PISAREK, Dominika SZCZEPANIK and Marta GARGAŁA Decorative flora of cemeteries in Pruchnik commune in the Podkarpacie region	75
Przemysław SZWAJKOWSKI, Agnieszka GRACLIK and Krzysztof KASPRZAK Behavior of the lion-headed cichlid <i>Steatocranus casuarius poll</i> , 1939 in the inhabited aquarium	81

Szanowni Państwo:

Minął rok i oddajemy do Waszych rąk kolejny Zeszyt Naukowy. Prezentujemy w nim nie tylko publikacje autorstwa przedstawicieli ośrodka naukowego w Rzeszowie. Zeszyt zawiera także relacje z badań i działań przedstawicieli zaprzyjaźnionych ośrodków naukowych w kraju.

W przyszłym roku kończy się Dekada Edukacji dla Zrównoważonego Rozwoju (ogłoszona przez UNESCO na lata 2005-2014), ale w działaniach edukacyjnych pocujemy wsparcie zgodnie z kolejną Dekadą Różnorodności Biologicznej przypadającą na lata 2011-2020.

Prezentowane badania bezpośrednio lub pośrednio tą różnorodność biologiczną promują opisując pojęcie „świadczona ekosystemowa”, których podstawę stanowią właśnie organizmy żywe, czy uczulając na potrzebę dbałości o środowisko ich życia, zagrożone np. ze strony odpadów i opisując prawidłowe metody postępowania z nimi.

W osobnej grupie publikacji relacjonowane są np. badania ankietowe nad stanem wiedzy społecznej w kilku pro-środowiskowych tematach oraz badania inwentaryzacyjne taksonów flory odnajdywanej na cmentarzach gminy Pruchnik i towarzyszącej małej architekturze sakralnej w Husowie na Podkarpaciu.

Pod kątem bardzo przydatnych informacji można przeczytać publikację określającą ilości fluorków w 14 popularnych ekspresowych herbatkach. Uzyskane z wykorzystaniem chromatografu jonowego Dionex 1000 z detektorem konduktometrycznym wyniki pozwalają stwierdzić, że spożywanie herbaty może być istotnym źródłem fluoru w diecie, nie powoduje jednak – nawet przy bardzo dużym spożyciu – narażenia na dawki toksyczne.

Rozrzut tematyki artykułów prezentowanych w obecnym Zeszycie jest więc i tym razem tylko pozornie szeroki; dotyka bowiem różnorodnie oraz bezpośrednio lub pośrednio problemu oceny i ochrony bioróżnorodności i krajobrazów na różnych poziomach aspektu przyrodniczego zrównoważonego rozwoju.

Redaktor Zeszytu

Prof. dr hab. Joanna Kostecka

Dear Readers:

We give you another Issue of our Scientific Papers. We are pleased to present not only the publications written by representatives of the scientific center in Rzeszów but also reports from research and activities of representatives of allied research centers in the country.

Next year ends THE Decade of Education for Sustainable Development (proclaimed by UNESCO for the years of 2005-2014), but we will be supported in educational activities in accordance with the next Decade of Biodiversity attributable to 2011-2020.

The present studies directly or indirectly promote biodiversity by describing the concept of "ecosystem services", which are based upon just living organisms, or by raising awareness of the need to care for the environment of their life which is at risk eg from the waste and describing the proper method of dealing with them.

In a separate group of publications you can find reports from a survey on the state of social knowledge in some of pro-environmental topics and study of flora found in cemeteries in Pruchnik commune and accompanying small church architecture in Husów, Podkarpacie.

In terms of very useful information you can read the publication on the amount of fluoride in 14 popular express tea brands. Results (which were obtained using a Dionex ion chromatograph 1000 with conductometric detector) allow to conclude that the consumption of tea can be a significant source of fluoride in the diet, but does not - even at very high intake - expose to toxic doses.

The variety of subjects of the articles presented in the current notebook is big but, again, only seemingly. The publications touch upon the various levels of the natural aspect of sustainable development.

The Scientific Paper Editor

Prof. dr hab. Joanna Kostecka

MACIEJ BILEK,¹ KINGA STAWARCZYK,² JANINA KANIUCZAK^{1,3}

¹ Wydziałowe Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia Rolniczego, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: *mbilek@univ.rzeszow.pl*,

² Zakład Botaniki i Biotechnologii Roślin Użytkowych, Instytut Biotechnologii Stosowanej i Nauk Podstawowych, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: *kstawarczyk2@o2.pl*,

³ Katedra Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: *jkaniucz@univ.rzeszow.pl*

FLUORKI W WYBRANYCH HERBATACH EKSPRESOWYCH

Masowa konsumpcja herbaty sprawia, że niezbędne jest rozpatrywanie jej spożycia nie tylko w aspekcie zdrowotnym, ale także jej potencjalnego, negatywnego wpływu na prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka. Występującymi w herbacie związkami o potwierdzonym, szkodliwym działaniu, są m.in. fluorki. Celem niniejszej pracy było określenie ilości fluorków w 14 popularnych ekspresowych herbatach z wykorzystaniem chromatografu jonowego Dionex 1000 z detektorem konduktometrycznym. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że spożywanie herbaty może być istotnym źródłem fluoru w diecie, nie powoduje jednak – nawet przy bardzo dużym spożyciu – narażenia na dawki toksyczne.

Słowa kluczowe: fluorki, chromatografia jonowa, bezpieczeństwo żywności, herbata ekspresowa

I. WSTĘP

Herbata, ze względu na cenione walory smakowe i właściwości zdrowotne, jest obecnie drugim po wodzie najchętniej spożywanym napojem w Polsce [7,11,17]. Ponad 15% społeczeństwa w naszym kraju konsumuje herbatę cztery lub więcej razy dziennie, około 64% Polaków spożywa herbatę dwa razy w ciągu dnia, a grupa 21% deklaruje picie jednej szklanki herbaty w trakcie doby [15].

Za najważniejsze czynniki determinujące bezpieczeństwo spożywania naparów herbacianych można uznać zawartość kofeiny i fluorków. O ile świadomość szkodliwego działania kofeiny jest faktem powszechnie znanym, o tyle wiedza na temat toksycznego działania fluorków jest wciąż znikoma.

Do niedawna fluorki były opisywane wyłącznie jako korzystny dla ludzkiego zdrowia składnik mineralny. Podkreślano ich pozytywny wpływ na układ kostny, szkliwo i zębinę. Zwracano uwagę na działanie profilaktyczne w próchnicy zębów i korzystny wpływ na gospodarkę wapniem i fosforem w organizmie [5,18]. Fluorki powszechnie występują w wodach podziemnych, często w ilościach względnie dużych w porównaniu do zawartości

* Pracę recenzowała: prof. dr hab. Ewa Cieślik, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

innych mikroskładników. Fluorki spotykane w środowisku człowieka pochodzić mogą z minerałów: fluoroapatytu, fluorytu, kriolitu oraz fluoronośnych biotytów. Fluorki zawarte w glebie i wodach podziemnych są akumulowane przez większość roślin, a typowym przykładem jest krzew herbaty (*Camellia* ssp.). Wykazano, że im starsze liście, tym więcej zakumulowanych fluorków zawierają. Dlatego też ilość fluorków w mielonych liściach herbaty może być więc wyznacznikiem jakości surowca [7,9]. Fluorki mogą także pojawiać się w środowisku na skutek antropopresji: zanieczyszczeń atmosferycznych gazowych i pyłowych, produkcji superfosfatu, działalności hut aluminium, przemysłu chemicznego, szklarskiego i emalierskiego [2,13].

Od niedawna zwraca się również uwagę na negatywne działanie dużych ilości fluorków na organizm człowieka. Manifestuje się ono w postaci tzw. fluorozy, która początkowo uwidacznia się jako charakterystyczne zmiany w strukturze zębów i kości. W końcowej fazie prowadzi ona do uszkodzenia wątroby, nerek, zaburzeń widzenia, a nawet ataksji. W dużych ilościach fluorki negatywnie oddziałują także na układ nerwowy, immunologiczny, a u dzieci powodować mogą stałe zmęczenie, obniżony współczynnik inteligencji, ospałość i depresję [1,8,13].

Celem niniejszych badań było określenie ilości fluorków w herbatach ekspresowych powszechnie dostępnych na rynku oraz oszacowanie potencjalnej ilości pobrania ich wraz z konsumowanymi naparami różnych herbat, jak również porównanie tych wartości z normami żywieniowymi.

II. METODYKA

Czarne, zielone oraz czerwone herbaty ekspresowe zostały zakupione w ogólnodostępnych sklepach na terenie miasta Rzeszowa (Tab. 1).

Tabela 1 - Table 1

Charakterystyka materiału doświadczalnego / *Experimental material*

Nr. <i>No</i>	Herbata <i>Tea type</i>	Masa w jednej torebce [g]* <i>Weight of one tea bag [g]</i>
1.	Mieszanka herbat czarnych / <i>Blend of black teas</i> (100%)	1,4
2.	Mieszanka herbat czarnych / <i>Blend of black teas</i> (90%)	1,65
3.	Mieszanka herbat czarnych / <i>Blend of black teas</i> (100%)	1,4
4.	Herbata czarna / <i>Black tea</i> (100%)	2,0
5.	Herbata czarna / <i>Black tea</i> (90%)	1,7
6.	Herbata czarna / <i>Black tea</i> (100%)	2,0
7.	Herbata czarna / <i>Black tea</i> (100%)	2,0
8.	Herbata czarna / <i>Black tea</i> (96,2%)	1,5
9.	Herbata zielona / <i>Green tea</i> (99%)	1,5
10.	Herbata zielona / <i>Green tea</i> (100%)	1,5
11.	Herbata zielona / <i>Green tea</i> (100%)	2,0
12.	Herbata zielona / <i>Green tea</i> (95%)	2,0
13.	Herbata czerwona / <i>Red tea</i> (96,3%)	1,5
14.	Herbata czerwona / <i>Red tea</i> (100%)	2,0

* Masa surowca netto, zadeklarowana przez producenta w jednej torebce [g] / (*Net weight of one tea bag [g]*)

Napary herbat sporządzano poprzez zalanie torebki herbaty 200 ml wrzącej wody dejonizowanej i parzenie przez 5 minut pod przykryciem. Po tym czasie torebki odciskano

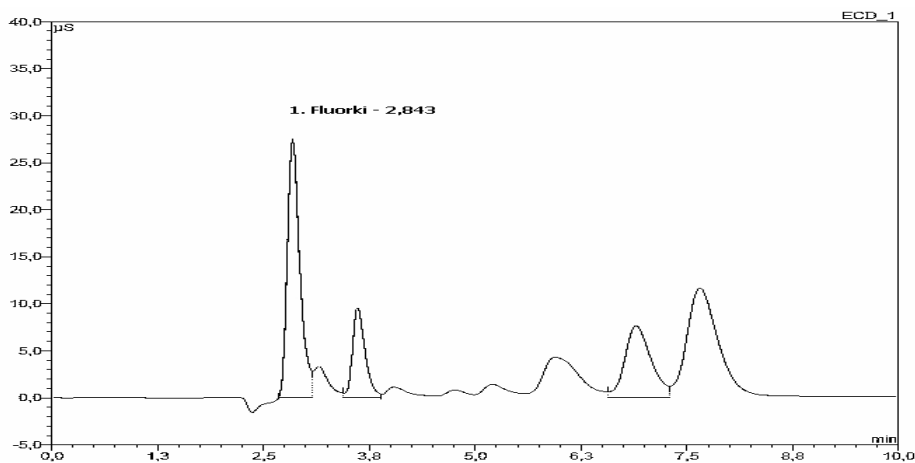
z resztek wody, a napar przenoszono do kolbki miarowej i uzupełniano wodą dejonizowaną do objętości 250 ml. Analizę chromatograficzną poprzedzało przesączenie naparu przez filtr strzykawkowy MCE o średnicy porów 0,45 μm .

Do analiz zawartości fluorków w herbatkach stosowano chromatograf jonowy Dionex ICS 1000, sterowany przez program Chromeleon w wersji 6.8. Roztwór wzorcowy pochodził z firmy Thermo Scientific. Fazę ruchomą sporządzono rozcieńczając stukrotnie roztwór wyjściowy węglanu i wodorowęglanu sodu (0,8M Na_2CO_3 /0,1M NaHCO_3) firmy Thermo Scientific, dedykowany kolumnie analitycznej AS 14A. Stosowano przepływ izokratyczny o prędkości 1 ml/min. Rozdział chromatograficzny prowadzono za pomocą kolumny analitycznej IonPack AS 14A wraz z kolumną ochronną AS 14G firmy Thermo Scientific. Kolumny termostutowano w temperaturze 30°C. Stosowano detekcję konduktometryczną, a temperatura celki pomiarowej wynosiła 35°C. Do tłumienia przewodnictwa fazy zastosowano supresor ASRS-4 mm. Częstotliwość czytywania danych ustalono na 5.0 Hz. Chromatogramy (ryc. 1.) opracowywano za pomocą programu Chromeleon 6.8. Metoda oznaczania anionów nieorganicznych w naparach herbat oparta była na własnej, zwalidowanej instrukcji badawczej Wydziałowego Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia Rolniczego.

Uzyskane wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica wersja 10.0. Wykorzystano analizę ANOVA (test Tukeya).

III. WYNIKI

Na rycinie 1 zaprezentowano typowy chromatogram otrzymany w trakcie badań własnych.



Ryc. 1. Chromatogram otrzymany dla naparu herbaty zielonej

Fig. 1. Chromatogram of green tea infusion

Ilość anionów fluorkowych w 250-mililitrowej szklance naparu ekspresowych herbat czarnych i zielonych była zbliżona, wynosząc odpowiednio od 1,07 do 1,69 mg dla naparów herbat czarnych i od 0,99 do 1,42 mg dla naparów herbat zielonych. Znacznie

($p < 0,001$) odbiegały od tych wartości dwie herbaty czerwone, w których stwierdzono zaledwie 0,17 i 0,41 mg anionów fluorkowych w 250 ml naparu. Wyniki ilości fluorków w badanych herbatach zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2 - Table 2

Ilość fluorków w badanych herbatach / *Content of fluoride in tea samples*

Nr. No	Średnia ilość fluorków w 250 ml naparu sporządzonego z saszetki herbaty [mg] <i>Mean of fluoride in 250 ml of infusion prepared from tea bag [mg]</i>	Ilość fluorków w 250 ml hipotetycznego naparu, przygotowanego z dwugramowej porcji surowca [mg] <i>Fluoride content in 250 ml of hypothetical infusion prepared from 2,0 g tea bag [mg]</i>
1.	1,15 ±0,0051	1,64
2.	1,07 ±0,016	1,29
3.	1,44 ±0,0028	2,05
4.	1,69 ±0,0283	1,69
5.	1,38 ±0,0122	1,62
6.	1,64 ±0,0316	1,64
7.	1,62 ±0,0129	1,62
8.	1,23 ±0,0098	1,64
9.	1,35 ±0,0062	1,8
10.	1,19 ±0,0207	1,58
11.	1,42 ±0,0056	1,42
12.	1,21 ±0,0753	1,21
13.	0,17 ±0,0078	0,22
14.	0,41 ±0,0046	0,41

IV. DYSKUSJA

Różnice odnotowane w ilości fluorków w herbatach oprócz gatunku i rodzaju herbaty użytej do sporządzenia naparu zależą również od przygotowania surowca, czasu parzenia, temperatury, twardości wody użytej po parzeniu, mieszania w czasie parzenia oraz możliwości tworzenia przez aniony fluorkowe trudno rozpuszczalnych soli i kompleksów [5,12]. Według wielu autorów istotny jest również sam dobór techniki wykonywania oznaczeń [3,9,10]. Uzyskane w badaniach wyniki zawartości fluorków w naparach herbacianych są zbliżone do przekazywanych w literaturze i oznaczonych przy użyciu chromatografii jonowej [5]. Według nich największą ilość fluorków stwierdzić można w herbatach ekspresowych ze względu na wykorzystanie do ich produkcji gorszej jakości surowca. Produkowane są one ze starszych, mocno rozdrobnionych liści [7,12,17]. Uwagę zwraca duża ilość fluorków w herbatach zielonych, natomiast najmniejszym stężeniem fluorków według otrzymanych rezultatów charakteryzują się czerwone ekspresowe herbaty Pu-erh (Tab. 2).

Przeprowadzone badania zawartości fluorków w herbatach wykazały duże zróżnicowanie w zawartości tego jonu w zależności od gatunku i rodzaju herbat, mianowicie od 0,17 mg na ćwierćlitrową szklanekę naparu herbaty czerwonej po 1,69 mg na szklanekę naparu herbaty czarnej. Polski Instytut Żywności i Żywienia normuje wśród składników mineralnych zalecenia dotyczące spożycia fluoru. Dla osób dorosłych poziom tzw. wystarczającego spożycia jonu fluorkowego wynosi 4 mg dziennie dla mężczyzn i 3 mg dla kobiet [6]. Podobne normy

zapropował w sierpniu 2013 roku Europejski Urząd do spraw Bezpieczeństwa Żywności (ang. *European Food Safety Authority*), podając tzw. wystarczające spożycie na poziomie 0,05 mg/kg masy ciała. Wskazanie to dotyczy zarówno dzieci od 7 miesiąca życia, jak i osób dorosłych w tym kobiet ciężarnych i matek karmiących [16]. Po przeliczeniu otrzymanych wyników, zgodnie z danymi Instytutu Żywności i Żywienia, można stwierdzić, że spożycie jednej, 250-mililitrowej porcji herbaty czarnej, może dostarczyć od około 1,0 do 1,69 mg jonu fluorkowego, co stanowi od 33 do 56% zapotrzebowania u kobiet i od 25 do 42% zapotrzebowania u mężczyzn. Spożywając jedną szklanekę herbaty zielonej człowiek dostarcza od około 1,0 do 1,42 mg jonu fluorkowego, co stanowi od 33 do 47% zapotrzebowania dla kobiet i od 25 do 35% zapotrzebowania dla mężczyzn. Spożycie herbaty czerwonej to wprowadzenie do organizmu od 0,17 do 0,41 mg jonu fluorkowego, czyli od 5 do 13% dziennego zapotrzebowania kobiety i od 4 do 10% zapotrzebowania mężczyzny. Napary herbaciane można więc uznać za bardzo wydajne źródło fluoru w diecie [6].

Istnieją również normy określające toksyczność fluorków. Według kart charakterystyki substancji toksycznych angielskiej Agencji Ochrony Zdrowia (ang. *Health Protection Agency*) do ciężkiego zatrucia fluorkami drogą pokarmową u dorosłego człowieka może dojść już przy spożyciu 450 mg anionów fluorkowych, co odpowiada 6,4 mg/kg masy ciała. W kontekście tych danych nie ma realnej możliwości przekroczenia bezpiecznej dawki fluorków poprzez spożywanie naparów herbacianych [14]. Istnieją wszakże doniesienia o toksyczności znacznie niższych dawek fluorków, poczynając od dawki 0,3 mg/kg masy ciała, która może wywoływać zaburzenia żołądkowo-jelitowe. W praktyce oznaczałoby to jednak konieczność spożycia w ciągu dnia 12 szklanek naparu czarnej herbaty o najwyższej odnotowanej w niniejszych badaniach zawartości fluorków (1,69 mg w 250 ml) [4].

Należy zdawać sobie jednak sprawę, że herbata nie jest jedynym źródłem fluoru w codziennej diecie. Są nimi przede wszystkim woda pitna, kasze, mięsa, ryby, soja etc. Dlatego też spożycie kilku szklanek naparu herbaty, sporządzonej z użyciem twardej wody, połączone z konsumpcją pożywienia zawierającego duże ilości fluoru i systematyczne stosowanie past do zębów zawierających fluor, może doprowadzić do przekroczenia dopuszczalnych ilości tego pierwiastka w organizmie i wywołać w niekorzystne dla zdrowia efekty.

V. WNIOSKI

1. Największa ilość fluorków znajduje się w ekspresowych herbatach czarnych i zielonych.
2. Najmniej fluorków odnotowano w czerwonych herbatach ekspresowych Pu-erh.
3. Spożywanie naparów herbacianych może być istotnym źródłem fluoru w diecie, nie powoduje jednak zagrożenia zdrowotnego.

VI. LITERATURA

1. Balcerzak M., Janiszewska J.: Wieloanionowa analiza materiałów środowiskowych techniką chromatografii jonowej. *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych*. 50. s. 78-87. 2011.
2. Derkowska-Sitarz M., Adamczyk-Lorenc A.: Wpływ składników mineralnych rozpuszczonych w wodzie pitnej na organizm człowieka. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej*. 123(34). s. 39-48. 2008.

3. Emekli-Alfurfan E., Yarat A., Akyuz S.: Fluoride levels in various balik tea, herbat and fruit infusions consumed in Turkey. *Food and Chemical Toxicology*. 46. s. 1495-1498. 2009.
4. Gessner B.D.; Beller M., Middaugh J.P., Whitford G.M.: Acute fluoride poisoning from a public water system. *New England Journal of Medicine*. s. 95-99.1994.
5. Janiszewska J., Balcerzak M.: Analytical problems with the evaluation of human exposure to fluoride from tea products. *Food Analytical Methods* . 6. s. 1090-1098. 2013.
6. Jarosz M. (red.): *Normy żywienia dla populacji polskiej. Nowelizacja*. Warszawa 2012.
7. Karak T., Bhagat R.M.: Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review. *Ford Research International*. 43. s. 2234-2252. 2010.
8. Koblar A., Tavcar G., Ponikvar-Svet M.: Fluoride in teas of different types and forms and the exposure of humans to fluoride with tea and diet. *Food chemistry*. 130. s. 286-290. 2012.
9. Kumar S., Narayan G., Hassarajani S.: Determination of anionic minerale in black and kombucha tea Rusing ion chromatography. *Food chemistry*. 111. s. 784-788. 2008.
10. Malinowska E., Inkielewicz I., Czarnowski W., Szefer P.: Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions. *Food and Chemical Toxicology*. 46. s. 1055-1061. 2008.
11. Michalak-Majewska M.: Właściwości herbaty. Część 1. Znaczenie żywieniowe. *Nauka. Przyroda. Technologia* 5 (6). s. 1-11. 2011.
12. Minc I., Josceanu A.M., Isopescu R.D., Guran C.: Determination of ionic species in tea infusions by ion chromatography. *University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin, Series B: Chemistry and material science*. 75(3). s. 65-78. 2013.
13. Polkowska Z., Diduch M., Namieśnik J.: Oznaczanie stężeń jonów fluorkowych w próbkach wody pitnej z terenu miasta Malborka. *Ecological Chemistry and Engineerings*. 17(3). s. 393-417. 2010.
14. Robjohns S.: Sodium fluoride. Toxicological overview. Heath Protection Agency, [document elektroniczny: www.hpa.org.uk/Topics/ChemicalsAndPoisons/CompendiumOfChemicalHazards/SodiumFluoride/, data wejścia 12.11.2013]
15. Szymula M., Ratajczak J.: Raport - Rynek kawy i herbaty [document elektroniczny: www.poradnikhandlowca.com.pl/archiwum/09-2010,Raport---Rynek-herbaty-i-kawy-I,Rok-2010,40,561.html. data wejścia 12.11.2013]
16. www.efsa.europa.eu/en/press/news/130808.htm (EFSA proposes adequate intake levels for fluoride and molybdenum. *News Story*, 8 August 2013).
17. Yao L., Liu X., Jiang Y., Caffin N., D'Arcy B., Singanusong R., Datta N., Xu Y.: Compositional analysis of teas from Australian supermarkets. *Food chemistry*. 94. s. 115-122. 2006.
18. Yi J., Cao J.: Tea and fluorosis. *Journal of Fluorine Chemistry*. 129. s. 76-81. 2008.

FLUORIDE CONTENT IN SOME TEAS IN TEA BAGS

Summary

Widespread consumption of tea makes it necessary to consider its consumption not only in terms of health, but also the potential adverse impacts on the health of the consumer. Fluoride contained in the tea have a proven toxic effect. The aim of this study was to determine the fluoride content in 14 popular teas in tea bags using Dionex 1000 Ion Chromatography System with conductometric detector. We estimated the health benefits and risks associated with the consumption of these teas in the light of Polish and European food law. The results obtained that tea infusion can be a significant source of fluoride in the human diet without toxic effects, even at very high consumption of tea infusion.

Key words: *fluoride, ion chromatography, food safety, teas in tea bags*

**MACIEJ BILEK,¹ MACIEJ STRZEMSKI,^{2,3} RAFAŁ PIENIAŻEK,¹
JANINA KANIUCZAK^{1,4}**

¹ Wydziałowe Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia Rolniczego, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: mbilek@univ.rzeszow.pl,

² Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii Oddział w Puławach, e-mail: maciej.strzemski@poczta.onet.pl,

³ Katedra Chemii, Zakład Chemii Analitycznej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie,

⁴ Katedra Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: jkaniucz@univ.rzeszow.pl

**OCENA ZAWARTOŚCI ANIONÓW NIEORGANICZNYCH
W METEORYTACH METODĄ CHROMATOGRAFII JONOWEJ**

Analizy zawartości anionów nieorganicznych w meteorytach należą do rzadkości. W pracy przedstawiono wyniki badań pięciu meteorytów z kolekcji Macieja Strzemskiego. Dzięki wszechstronności i czułości chromatografii jonowej możliwa jest analiza śladowych ilości anionów nieorganicznych. Przedstawiony w niniejszej pracy bardzo prosty sposób przygotowywania próbki pozwala na precyzyjne oznaczenie zawartości anionów nieorganicznych w masie meteorytowej już przy użyciu kilkudziesięciu miligramów próbki. Możliwość wykorzystania do analizy niewielkiej ilości kosztownego materiału powoduje, że chromatografia jonowa może stać się standardowym narzędziem do analizy składu meteorytów.

Słowa kluczowe: meteoryty, chromatografia jonowa, aniony nieorganiczne

I. WSTĘP

Chromatografia jonowa (ang. *Ion Chromatography*, IC) jest jedną z odmian wysokosprawnej chromatografii cieczowej (ang. *High Pressure Liquid Chromatography*, HPLC). Klasycznym jej zastosowaniem jest rozdzielanie i oznaczanie anionów i kationów organicznych i nieorganicznych. Chromatografia jonowa służyć może więc do oznaczania nieorganicznych i organicznych jonów w wodach (m.in. wodach powierzchniowych, wodach podziemnych, wodach deszczowych, ściekach przemysłowych i komunalnych), a w szczególności w wodzie pitnej. Wśród pozostałych zastosowań chromatografii jonowej warto wymienić jej zastosowania w rolnictwie, galwanotechnice, badaniach produktów żywnościowych, materiałów biologicznych, analizie farmaceutycznej, badaniach substancji organicznych oraz ocenie stopnia czystości odczynników [13,14,15].

Istnieje niewiele doniesień na temat obecności anionów w meteorytach, a do określania ich zawartości używano technik mikroskopowych i spektroskopowych. Temat pochodzenia

* Pracę recenzowała: dr hab. n. farm. Magdalena Wójciak-Kosior, UM w Lublinie

poszczególnych składników meteorytów, m.in. anionów, dyskutowany jest od dawna, przy czym wskazuje się na agresywne procesy chemiczne, fizyczne i mechaniczne, którym masa meteorytu ulega w czasie i po upadku na powierzchnię ziemi [1]. Badane są procesy naturalnego wietrzenia poszczególnych komponentów meteorytów, a dla oceny postępującego procesu używa się skałi, m.in. Włozka [5,6]. Spośród anionów najczęściej uwagi poświęcano do tej pory siarczanom (VI), obecnym w meteorytach [2,7]. W odniesieniu do tych anionów dowiedziono, że są one pochodzenia ziemskiego. Powstają w widoczny sposób w drodze utleniania siarki, zawartej w pierwotnej masie meteorytu. Ich pojawienie się manifestuje się w postaci charakterystycznych żyłek, tworzonych m.in. przez siarczany wapnia i magnezu [3]. Natomiast wciąż dyskutowane jest pozaziemskie pochodzenie chlorków i azotanów (V) w meteorytach [4,16,17]. Do badania zawartości anionów w masie meteorytowej używane były głównie techniki mikroskopowe i spektroskopowe, a jedynie kilka publikacji donosi o zastosowaniu metody chromatografii jonowej [17].

Celem niniejszych badań było oszacowanie zawartości anionów nieorganicznych w pięciu meteorytach pochodzących z kolekcji Macieja Strzemskiego. Wyposażenie dostępnego chromatografu jonowego w kolumnę analityczną AS 14A pozwoliło ocenić wyłącznie zawartość anionów nieorganicznych.

II. METODYKA

Materiał badawczy stanowiły ekstrakty wodne z pięciu meteorytów: czterech chondrytów zwyczajnych i jednego chondrytu – aubrytu (Tab. 1).

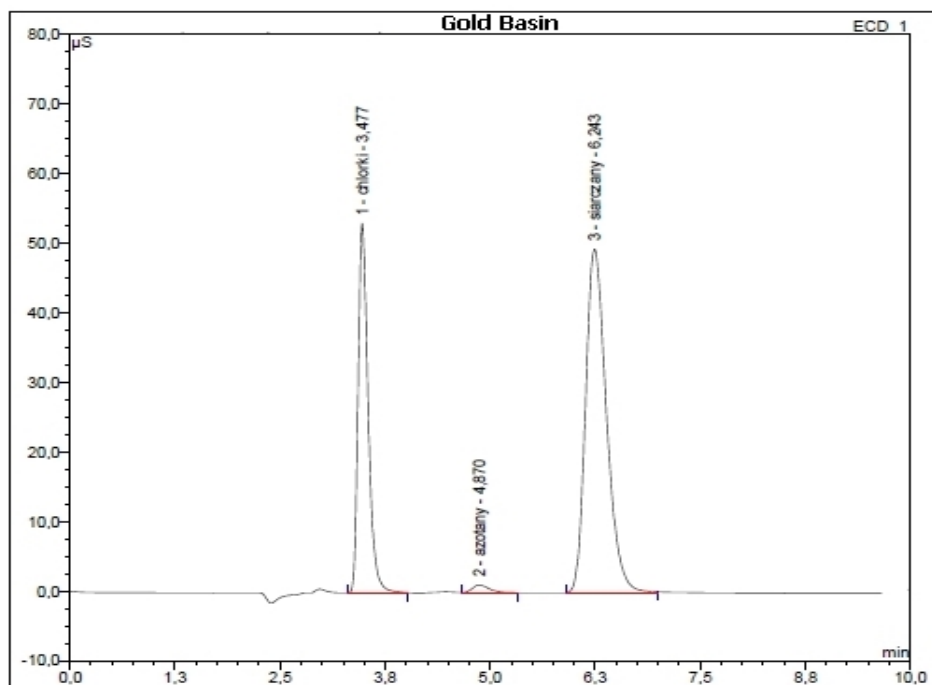
Tabela 1 - Table 1

Charakterystyka materiału doświadczalnego / *Experimental material*

Typ meteorytu <i>Meteorite type</i>	Opis / <i>Decsption</i>
Jiddat al Harasis 630, chondryt zwyczajny	Meteoryt znaleziony w 2010 roku w południowo-wschodniej części Półwyspu Arabskiego, w Omanie (19°47'51.31''N; 55°53'27.20''E). Został sklasyfikowany przez T. Bucha i J. Wittkego jako chondryt zwyczajny L5, o stopniu zszokowania S3 i stopniu zwietrzenia W3. Zawartość fajalitu (Fe ₂ (SiO ₄)) określono na 22,8 mol%, ferrosilitu (FeMgSi ₂ O ₆) 19,8 mol% a wollastonitu (CaSiO ₃) 2,3 mol%. Całkowita znana masa tego meteorytu wynosi 3,04 kg [12]
Gold Basin, chondryt zwyczajny	Meteoryt znaleziony 24 listopada 1995 roku w Arizonie w USA (35°53'N, 114°14'W), przez emerytowanego profesora Uniwersytetu Arizońskiego Jima Kriehga, podczas poszukiwań złota w obszarze koryt strumieni przecinających White Hills. Efektem poszukiwań prowadzonych do listopada 1997 roku na powierzchni 130 km ² było odnalezienie 1484 okazów o łącznej masie 61 kg. Największy z nich ważył 1,52 kg. Meteoryt sklasyfikowano (D. Kring) jako chondryt zwyczajny L4 o stopniu zwietrzenia W2-3 [8]
NWA 869, chondryt zwyczajny	Meteoryt pochodzący z ogromnego deszczu, który spadł na Saharze. Do chwili obecnej sprzedano tysiące meteorytów mających pochodzić z tego samego spadku o łącznej masie przekraczającej 2 tony. Meteoryty sklasyfikowano (A. Rubin) jako chondryty zwyczajne L4-6 (brekcje) o stopniu zwietrzenia W1 i stopniu zszokowania S3 [90]
Zag, chondryt zwyczajny	Jest meteorylem z obserwowanym spadkiem, który zanotowano 4 lub 5 sierpnia 1998 roku w górach Zag w Maroku (27°20'N, 9°20'W). Miejscowa ludność sprzedała kolekcjonerom ok. 175 kg meteorytów pod nazwami Zag, Tan-Tan i Sagd. Meteoryt Zag jest brekcją regolitową, w której występują fragmenty H3 (z mikroskopijnymi kryształami halitu) a przeważa typ H6. Stopień zwietrzenia określono jako W0/1 natomiast stopień zszokowania jako S3 [9]
NWA 2828, achondryt	Aubryt znaleziony w grudniu 2005 roku w Mauretanii i Algierii. Meteoryt został zakupiony przez Grega Hume, marokańskiego dystrybutora meteorytów [11]

Wszystkie czynności związane z przygotowaniem próbek wykonano w komorze z laminarnym przepływem powietrza. Z każdego z badanych meteorytów, w zależności od ilości dostępnej do badań, pobierano po kilka fragmentów o masie ok. 20 mg i mielono je w młynku korundowym. Ze zmielonego materiału wykonywano naważki (od 39 do 163 mg), które umieszczono w sterylnych, polipropylenowych próbkach wirówkowych i dodano po około 1000 mg wody dejonizowanej o oporności 18 M Ω /cm. Następnie próbki umieszczano w łaźni ultradźwiękowej i poddawano działaniu ultradźwięków o częstotliwości 40 kHz przez 30 minut. Po tym czasie próbki wirowano, a supernatant przenoszono do kolejnych jałowych próbek polipropylenowych.

Do analiz zawartości anionów nieorganicznych w próbkach meteorytów stosowano chromatograf jonowy Dionex ICS 1000, sterowany przez program Chromeleon w wersji 6.8. Roztwór wzorcowy pochodził z firmy Thermo Scientific. Fazę ruchomą sporządzono rozcieńczając stukrotnie roztwór wyjściowy węglanu i wodorowęglanu sodu (0,8M Na₂CO₃/0,1M NaHCO₃) firmy Thermo Scientific, dedykowany kolumnie analitycznej AS 14A. Stosowano przepływ izokratyczny o prędkości 1 ml/min. Chromatografowanie prowadzono za pomocą kolumny analitycznej IonPack AS 14A wraz z kolumną ochronną AS 14G firmy Thermo Scientific. Kolumny te termostatowano w temperaturze 30°C. Stosowano detekcję konduktometryczną, a temperatura celki pomiarowej wynosiła 35°C. Do tłumienia przewodnictwa fazy zastosowano supresor ASRS-4 mm. Częstotliwość szczytowania danych ustalono na 5.0 Hz. Chromatogramy opracowywano za pomocą programu Chromeleon 6.8.



Ryc. 1. Przykładowy chromatogram otrzymany dla wodnego ekstraktu z meteorytu
Fig.1. Exemplary chromatogram of meteorites aqueous extract

Oszacowano podstawowe parametry walidacyjne zastosowanej metody analitycznej. Specyficzność metody została potwierdzona nastrzykami zestawu wzorców siedmiu anionów nieorganicznych w tym chlorków, azotanów (V) i siarczanów (VI). Określona została liniowość odpowiedzi detektora na zadane stężenia roztworów wzorcowych: dla anionów chlorkowych, azotanowych (V) i siarczanowych (VI) w zakresie od 0,25 do 100 mg/litr. Precyzyję opisanej metody analitycznej potwierdzano poprzez trzykrotne powtórzenia nastrzyku zestawu wzorców i każdej z próbek. Stabilność układu chromatograficznego kontrolowana była w pięciogodzinnych odstępach poprzez nastrzyki zestawu wzorców.

III. WYNIKI

Wyniki zawartości anionów nieorganicznych w wodnych ekstraktach z meteorytów zostały przeliczone na zawartość anionów w suchej masie meteorytu i zestawione w tabeli 2 i 3.

Tabela 2 - Table 2

Zawartość anionów w wodnych ekstraktach badanych meteorytów (przy naważce od 39 do 163 mg)
Content of inorganic anions in meteorites aqueous extract (samples weight 39-163 mg)

Nazwa próbki <i>Sample name</i>	Chlorki <i>Chlorides</i> (n=3) [mg·l ⁻¹] ± SD	Azotany <i>Nitrates</i> (n=3) [mg·l ⁻¹] ± SD	Siarczany <i>Sulfates</i> (n=3) [mg·l ⁻¹] ± SD
Jiddat al Harasis 630	4,60±0,076	2,49±0,005	7,76±0,106
Gold Basin	48,66±0,349	5,48±0,202	154,10±0,778
NWA 869	4,51±0,023	6,03±0,032	32,20±0,163
Zag	2,66±0,136	9,13±0,035	5,89±0,529
NWA 2828	6,52±0,027	5,64±0,004	24,91±0,122

Tabela 3 - Table 3

Średnia zawartość anionów w meteorytach / *Average content of inorganic anions in meteorites*

Nazwa próbki <i>Sample name</i>	Stopień zwietrzenia w skali Wlotzka <i>The degree of weathering on a scale Wlotzka</i>	Zawartość chlorków w meteorycie [mg/kg] <i>Content of chlorides in meteorite [mg/kg]</i>	Zawartość azotanów (V) w meteorycie [mg/kg] <i>Content of nitrates in meteorite [mg/kg]</i>	Zawartość siarczanów (VI) w meteorycie [mg/kg] <i>Content of chlorides in meteorite [mg/kg]</i>
Jiddat al Harasis 630	3	227,04	122,78	382,93
Gold Basin	2-3	389,04	43,86	1231,89
NWA 869	1	45,32	60,52	32,31
Zag	0-1	47,45	162,53	104,88
NWA 2828	Brak danych	82,12	71,04	313,64

We wszystkich próbkach stwierdzono obecność jonów chlorkowych, azotanowych (V) i siarczanowych (VI). Poziomy trzech badanych anionów w przypadku próbek z meteorytów Jiddat al Harasis, NWA 869, Zag oraz NWA 2828 mieściły się w zakresie określonej wcześniej liniowości odpowiedzi detektora, należy więc uznać, że pobrane do

analizy ilości próbek były wystarczające. Jedynie w przypadku ekstraktu z meteorytu Gold Basin konieczne było rozcieńczenie próbki, tak by wynik pomiaru dla anionów siarczanowych (VI) mieścił się w zakresie krzywej wzorcowej. W ekstrakcie z tegoż meteorytu odnotowano najwyższe stężenia siarczanów (VI) i chlorków, natomiast najwyższe stężenia azotanów (V) stwierdzono w ekstrakcie z meteorytu Zag. Widoczna jest tendencja do wysokiej zawartości anionów w próbkach o dużym stopniu zwietrzania w skali Wlotzka.

IV. Dyskusja

Otrzymane rezultaty zawartości anionów nieorganicznych w meteorytach bardzo trudno jest odnieść do wyników innych autorów, którzy stosowali metody spektroskopowe i mikroskopowe do analizy jakościowej [2,3,7]. O zastosowaniu chromatografii jonowej do badań zawartości chlorków w masie meteorytowej donoszą Nakamura i wsp., którzy analizowali łączną zawartość chloru w masie meteorytowej. Metoda, którą zastosowali, została zwalidowana w oparciu o analizę skał pochodzenia ziemskiego. Pomimo użycia odmiennej techniki przygotowania próbek, polegającej na ługowaniu kwasem fluorowodorowym, uzyskane rezultaty, mieszczące się w zakresie od 40 do 739 ppm, są zbliżone do uzyskanych w niniejszej pracy (45,32-389,04 ppm). Nakamura odnosi ponadto swe wyniki do niedostępnych autorom niniejszej pracy wyników z analizy tych samych meteorytów, ale z wykorzystaniem innych metod analitycznych, m.in. neutronowej analizy aktywacyjnej, fotonowej analizy aktywacyjnej, czy spektrometrii mas rozcieńczenia izotopowego. Również wyniki z tych analiz wskazują na dużą zbieżność z wynikami uzyskanymi przez Nakamurę i wsp. metodą chromatografii jonowej. Nakamura i wsp. wspominają ponadto, że metoda chromatografii jonowej w połączeniu ze spektroskopią masową jonizacji termicznej jest metodą używaną w ośrodku badawczym Centrum Lotów Kosmicznych imienia Lyndona B. Johnsona amerykańskiej Narodowej Agencji Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA-JSC) [16].

V. Wnioski

1. Chromatografia jonowa jest wszechstronną i bardzo czułą metodą analityczną, pozwalającą na analizę śladowych ilości anionów nieorganicznych
2. Przedstawiony w publikacji bardzo prosty sposób przygotowywania próbki pozwala na precyzyjne oznaczenie zawartości anionów w meteorytach już przy użyciu zaledwie kilkudziesięciu miligramów masy meteorytowej.
3. Możliwość wykorzystania do analizy niewielkiej ilości kosztownego materiału powoduje, że chromatografia jonowa jest bardzo korzystnym, wskazanym narzędziem do analizy meteorytów.

VI. Literatura

1. Cloutis E.A., Hawthorne F.C., Mertzman S.A., Krenn K., Craig M.A., Marcino D., Methot M., Strong J., John Mustard F., Blaney D.L., Bell III J.F., Vilas F.: Detection and discrimination of sulfate minerals using reflectance spectroscopy. *Icarus* 184. s. 121-157. 2006.
2. Davis A. M.: *Meteorites, Comets, and Planets: Treatise on Geochemistry.* s. 91. 249. 252. 500. Elsevier Oxford. 2005.

3. Gounelle M., Zolensky M.E.: A terrestrial origin for sulfate veins in CII chondrites. *Meteoritics & Planetary Science* 36. s. 1321-1329. 2001.
4. Grady M. M., Wright I. P., Pillinger C. T.: A search for nitrates in Martian meteorites. *Journal of Geophysical Research: Planets*. 100. 5449-5455. 2012.
5. Gurdziel A., Karwowski Ł.: Wtórne zmiany w obrębie fosforków i węglików w meteorycie Morasko. *Acta Societatis Meteoriticae Polonorum. Rocznik Polskiego Towarzystwa Meteorologicznego* 2. s. 25-33. 2011.
6. Gurdziel A., Karwowski Ł.: Procesy wietrzenia w meteorycie Pułtusk (wstępne wyniki badań). *Acta Societatis Meteoriticae Polonorum. Rocznik Polskiego Towarzystwa Meteorologicznego* 1. 2009.
7. Kaplan I.R., Huston J.R.: The isotopic abundance and content of sulfur in meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 30. s. 479-496. 1966.
8. *Meteoritical Bulletin* 82. 1998. <http://meteoriticalsociety.org/>
9. *Meteoritical Bulletin* 83. 1999. <http://meteoriticalsociety.org/>
10. *Meteoritical Bulletin* 90. 2006. <http://meteoriticalsociety.org/>
11. *Meteoritical Bulletin* 91. 2007. <http://meteoriticalsociety.org/>
12. *Meteoritical Bulletin* 101. 2013. <http://meteoriticalsociety.org/>
13. Michalski R.: Chromatografia jonowa. Podstawy i zastosowania. s. 7-21. 77-130. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa. 2005.
14. Michalski R., Łyko A.: Zastosowania nowoczesnych metod i technik instrumentalnych w analityce środowiskowej. III Ogólnopolski Kongres Inżynierii Środowiska. Politechnika Lubelska Wydział Inżynierii Środowiska Lublin. s. 157-163. 2009.
15. Michalski R.: Różne oblicza chromatografii jonowej. W: Michalski R. (red.): *Chromatografia jonowa. Stan obecny i Perspektywy Rozwojowe*. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska. Zabrze. s. 7-38. 2009.
16. Nakamura N., Nyquist L.E., Reese Y., Shih C.Y., Fujitani T., Okano O.: Stable chlorine isotopes and elemental chlorine by thermal ionization mass spectrometry and ion chromatography: Martian meteorites, carbonaceous chondrites and standard rocks. 42nd Lunar and Planetary Science Conference. Abstrakt book. Pos. 2513. 2011.
17. Zolensky M.E., Bodnar R.J., Rubin A.E.: Asteroidal water within fluid-inclusion-bearing halite in ordinary chondrites. 62nd Annual Meteoritical Society Meeting. Abstrakt book. Pos. 5050. 1999.

EVALUATION OF INORGANIC ANIONS IN METEORITES BY ION CHROMATOGRAPHY

Summary

Results of tests for the presence of inorganic anions contained in meteorites are rare. This paper presents the results of analyzes of five meteorites from the collection of Maciej Strzemski. Thanks to the versatility and sensitivity of ion chromatography traces of inorganic anions can be analyzed. This paper presents a very simple sample preparation. With it, it is possible to determine the content of inorganic anions in bulk meteorite using several milligrams of sample. The possibility of using for analyzing a small amount of expensive material causes the ion chromatography to become a standard tool for analyzing the composition of meteorites.

Key words: *meteorites, ion chromatography, inorganic anions*

CEZARY DUNIN-MUGLER, AGNIESZKA PODOLAK-MACHOWSKA

Studenckie Koło Naukowe Zrównoważonego Rozwoju
Katedra Biologicznych Podstaw Rolnictwa i Edukacji Środowiskowej
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: cdunin@op.pl, mojaap@poczta.fm

BADANIA WYBRANYCH ELEMENTÓW WIEDZY NA TEMAT DŹDŹOWNIC (*LUMBRICIDAE*) I „DŹDŹOWNICOWYCH SKRZYNEK EKOLOGICZNYCH”

Przeprowadzono badanie ankietowe i określono wybrane elementy wiedzy na temat dżdżownic i „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych”. Sprawdzano trzy założenia: ankietowani posiadają podstawową wiedzę na temat dżdżownic; rozumieją pojęcie „dżdżownicowa skrzynka ekologiczna” oraz uważają, że należy utylizować odpady organiczne z udziałem tych bezkręgowców.

Słowa kluczowe: dżdżownice, dżdżownicowa skrzynka ekologiczna, ankieta

I. WSTĘP

Dżdżownice (*Lumbricidae*) są pospolitymi przedstawicielami makrofauny glebowej zamieszkującymi różne typy gleb. Do najistotniejszych funkcji pełnionych przez te zwierzęta należą m.in. przewietrzanie gleby, stabilizacja jej struktury, przyspieszanie mineralizacji resztek organicznych oraz wpływ na jakościową i ilościową strukturę edafonu [3]. Biorąc pod uwagę występowanie dżdżownic w różnych warstwach gleby wyróżnia się dżdżownice ściółkowe (np. *Dendrobaena octaedra*, *Dendrodrilus rubidus*), poziomo kopiące (np. *Aporectodea caliginosa*, *Aporectodea rosea*, *Lumbricus rubellus*) oraz głębokokopiące (np. *Lumbricus terrestris*, *Aporectodea longa*) [10]. Dżdżownice przepuszczając zawartą w glebie materię organiczną przez swój układ pokarmowy, produkują koproliny bogate w związki łatwo przyswajalne przez rośliny [7,10]. Poznanie korzystnego oddziaływania dżdżownic na glebę doprowadziło do podejmowania hodowli zagęszczonych populacji tych zwierząt w wermikulturze [5]. Dżdżownice można karmić różnymi odpadami organicznymi pochodzenia rolniczego oraz z innych działów gospodarki, jak również odpadami pochodzącymi z gospodarstw domowych. Wermikompostowanie odpadów organicznych może odbywać się przy użyciu „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych” umieszczonych np. na balkonie, w piwnicy

* *Pracę recenzował:* prof. dr hab. Krzysztof Kasprzak, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

czy w kuchni. Są to proste pojemniki o odpowiedniej pojemności, w której znajdują się zagęszczone populacje dżdżownic karmione sukcesywnie powstającymi odpadami organicznymi [5,6]. Gatunkami odpowiednimi do zasiedlania skrzynek są *Eisenia fetida* lub *Dendrobaena veneta* dostępne w sprzedaży np. w sklepach wędkarskich lub przez internet. Dzięki funkcjonowaniu skrzynek ekologicznych powstające w gospodarstwach domowych odpady tj.: resztki jedzenia, obierki warzyw i owoców, suchy chleb czy inne odpady organiczne mogą być przetwarzane na nawóz organiczny – wermikompost, który można stosować w przydomowych ogródkach warzywnych, ogrodach kwiatowych oraz w uprawie kwiatów doniczkowych [1,2,4,6]. Działanie „dżdżownicowej skrzynki ekologicznej” odciaża środowisko i służy oczyszczaniu miasta umożliwiając utylizację odpadów organicznych „on site” [8,11,12].

Celem pracy była próba rozpoznania znajomości podstawowej wiedzy nt. dżdżownic i popularności „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych”.

II. MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono metodą ankiety, której kwestionariusz zawierał 12 pytań wskazanych poniżej:

Założenia badawcze stosowanej ankiety:

Pytania weryfikujące:

a) Ankietowani posiadają podstawową wiedzę na temat dżdżownic

- a1. Co rozumiesz przez pojęcie „fauna glebowa”
- a2. Z czym kojarzy ci się dżdżownica?
- a3. Czy wśród dżdżownic rozróżniamy gatunki?
- a4. Ile gatunków dżdżownic zidentyfikowano w glebach Polski?
- a5. Ile gatunków dżdżownic zidentyfikowano na świecie?
- a6. Czy wiesz jakie znaczenie mają dżdżownice?

b) Ankietowani rozumieją pojęcie „dżdżownicowa skrzynka ekologiczna”

- b7. Czy rozumiesz pojęcie „dżdżownicowa skrzynka ekologiczna”?
- b8. Z którym określeniem na temat „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych” się zgadzasz?

c) Ankietowani uważają, że należy utylizować odpady organiczne z udziałem dżdżownic

- c9. Czy wiedziałeś, że dżdżownice można wykorzystywać do utylizacji domowych odpadów organicznych?
- c10. Czy powinniśmy utylizować odpady organiczne za pomocą „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych”?
- c11. Czy chciałbyś zastosować taką metodę utylizacji odpadów we własnym domu?
- c12. Czy znasz kogoś z Twojego otoczenia kto stosuje ten rodzaj utylizacji?

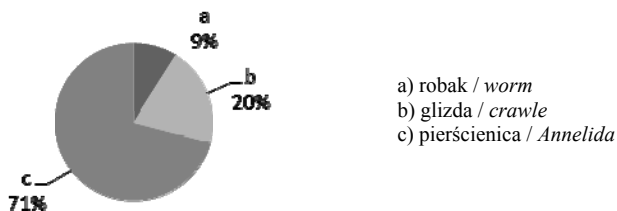
Na pytania ankiety odpowiedziało 100 osób wizytujących w październiku 2012 roku Podkarpacki Festiwal Nauki i Techniki [9]. Opracowując ankietę wykorzystano z arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel v. 2010. Wyniki zaprezentowano w %.

III. WYNIKI ANKIETY I ICH OMÓWIENIE

Wśród ankietowanych przeważały kobiety (60%). Respondenci do 18 roku życia stanowili 10%, młodzież między 18 a 25 rokiem życia - 32%. Najlicniejszą grupą ankietowanych byli dorośli powyżej 25 roku życia (58%).

Respondenci posiadali wykształcenie wyższe (47%) i średnie (35%). Najmniej liczną grupę stanowili ankietowani z wykształceniem podstawowym (18%). Większość przepytanych osób mieszkała na wsi (47%), mniej w dużym (34%) lub w małym mieście (19%).

Badani goście Podkarpackiego Festiwalu Nauki i Techniki w Rzeszowie rozumieli pojęcie fauna glebowa (90% poprawnych odpowiedzi w pytaniu a1), a dżdżownice kojarzyli prawidłowo z pierścienicą (*Annelida*) (Ryc. 1). Wiedzieli, bądź „wyczuwali”, że różnorodność dżdżownic wiąże się z występowaniem gatunków (Tab. 1). Ankieta wskazuje, że nie do końca „wyczuwali” jednak ich liczbę zarówno w polskich glebach, jak i glebach świata (Tab. 1).



Ryc. 1. Odpowiedzi ankietowanych na pytanie: Z czym kojarzy Ci się dżdżownica?

Fig. 1. Respondents answers to the question: What do you associate with the term “earthworm”?

Tabela 1 – Table 1

Wiedza ankietowanych o dżdżownicach
Respondents' knowledge about earthworms [%]

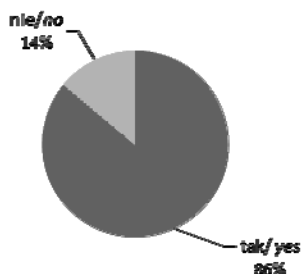
Pytanie / Question	Odpowiedź / Answer		
Czy wśród dżdżownic rozróżniamy gatunki? Do you distinguish species of earthworms?	Tak / Yes	Nie / No	Nie wiem / I don't know
	75	5	20
Ile gatunków dżdżownic wyróżniamy: / How many species of earthworms can be distinguished:			
w Polsce? / in Poland?	a) 5-20	b) 21-40*	c) 41-50
	50	39	11
na świecie? / in the world?	a) około 50 about 50	b) około 150 about 150	c) około 300* about 300
	26	36	38

*odpowiedź prawidłowa / correct answer

Pytanie otwarte „Czy wiesz jakie znaczenie mają dżdżownice?” pokazało deklarację tej znajomości (70% badanych), przy czym respondenci twierdzili najczęściej, że dżdżownice

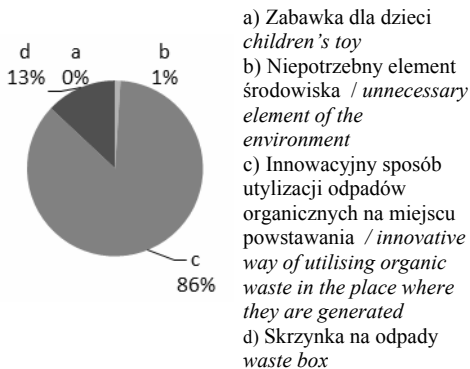
mają duże znaczenie w spulchnianiu, napowietrzaniu oraz użyźnianiu gleby. Wskazywali także na rozkład przez dżdżownice martwej materii organicznej. Warto też podkreślić, że część wypełniających ankietę wiedziała o produkowaniu przez dżdżownice cennego nawozu – wermikompostu (15% badanych), który można zastosować przy uprawach roślin. Niektórzy pamiętali o stosowaniu dżdżownic jako przynęty wędkarskiej (5% badanych), inni natomiast wspominali o utylizacji odpadów organicznych przy użyciu dżdżownic (12% badanych).

Respondenci ankiety rozumieli pojęcie „dżdżownicowa skrzynka ekologiczna” oraz w większości zgadzali się, że jest to innowacyjny sposób utylizacji odpadów organicznych na miejscu powstawania (Ryc. 2 i 3).



Ryc. 2. Czy rozumiesz pojęcie „dżdżownicowa skrzynka ekologiczna”?

Fig. 2. Do you know what „earthworm ecological box” is?



Ryc. 3. Wybranie przez ankietowanych poprawnej odpowiedzi na pytanie: Z którym określeniem na temat „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych” się zgadzasz?

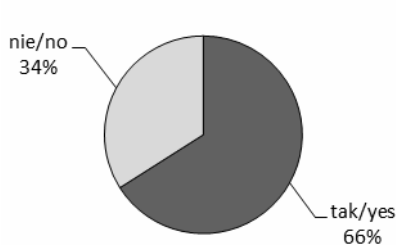
Fig. 3. Respondents answers to the question: Which of the terms of “earthworm ecological boxes” do you agree with?

Ankietowani goście Festiwalu wiedzieli, że dżdżownice można wykorzystać do utylizacji odpadów organicznych (64%) i popierali wykorzystywanie „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych” (72%) (Tab. 2). Ponieważ dość często (66%) deklarowali swoją chęć do ich prowadzenia (Ryc. 4), można powiedzieć, że chcą być otwarci na innowacyjne działania proekologiczne, choć w swoim otoczeniu nie często spotykali tych, którzy stosują ten rodzaj utylizacji odpadów organicznych (Ryc. 5).

Tabela 2 – Table 2

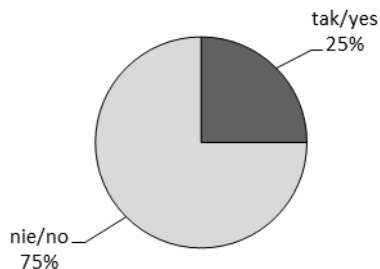
Odpowiedzi na pytanie c 10
Answers to the question c 10

Pytanie / Question	Odpowiedź / Answer [%]		
Czy powinniśmy utylizować odpady organiczne za pomocą „dżdżownicowych skrzynek ekologicznych”? Should we utilise organic waste in „earthworm ecological boxes”?	Tak / Yes	Nie / No	Nie wiem I don't know
	72	3	25



Ryc. 4. Odpowiedzi na pytanie: „Czy chciałbyś zastosować taką metodę utylizacji odpadów we własnym domu?”

Fig. 4. Answers to the question: *Would you like to use such method of waste utilization at home?*



Ryc. 5. Odpowiedzi na pytanie: „Czy znasz kogoś z Twojego otoczenia kto stosuje ten rodzaj utylizacji?”

Fig. 5. Answers to the question: *Do you know anyone from your surrounding who uses this method of waste utilisation??*

Odpady domowe stanowią zasobne źródło odpadów organicznych, które można przetworzyć na nawóz [1,2,4,5]. Zgodnie z zobowiązaniami wobec Unii Europejskiej Polska musi całkowicie zmienić model gospodarowania odpadami biodegradowalnymi, a zwłaszcza ograniczyć ich masę na składowiskach do 35% w 2020 roku. Vermikompostowanie odpadów organicznych na miejscu powstawania w małych pojemnikach może stanowić uzupełniające narzędzie do rozwiązania tego organizacyjnego problemu. Idea ta zaszczerpiona w społeczeństwie, może w sposób widoczny pomóc przy zmniejszaniu ilości biotony składowanej na składowiskach śmieci [5,8,11].

IV. WNIOSKI

1. Podstawowa wiedza ankietowanych na temat dżdżownic – popularnych organizmów glebowych wydaje się być stosunkowo powszechna. Większość badanych prawidłowo zaliczała je do pierścienic (*Annelida*), wiedziała, że można wśród nich wyróżnić gatunki, a także stosunkowo prawidłowo oceniła to gatunkowe zróżnicowanie.
2. Pomimo tego, że „dżdżownicowa skrzynka ekologiczna” jest skuteczną metodą utylizacji odpadów, nadal zbyt mała część społeczeństwa stosuje ją we własnym domu. Dlatego wydaje się potrzebnym dalsze jej propagowanie jako metody utylizacji domowych odpadów organicznych *on site*.

V. PIŚMIENNICTWO

1. Adi A.J., Noor Z.M.: Waste recycling: Utilization of coffee grounds and kitchen waste vermicomposting. *Bioresource Technology*. 100. 2. s. 1027-1030. 2009.
2. Dominguez J., Edwards C.A.: Vermicomposting organic waste: a review. [w:] *Soil Zoology for Sustain Development in the 21th Century*. (red.) Shakir Hanna S.H., Mikhall W.Z.A. Cairo. s. 369-395. 2004.
3. Fründ H.C.: Regenwürmer - die natürliche Bodenbearbeitung. *LOP Landwirtschaft ohne Pflug* 11/12. s. 30-34. 2010.

4. Hansen D.: Vermicomposting: innovative kitchen help. [dokument elektroniczny: <http://www.dnr.mo.gov/env/swmp/docs/vermicomposting>; data wejścia 07.11.2013].
5. Kostecka J.: Badania nad wermikompostowaniem odpadów organicznych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Ser. Rozprawy. 268. s. 1-88. 2000.
6. Kostecka J., Pączka G.: Skrzynki ekologiczne jako narzędzie poznawania bioróżnorodności fauny glebowej. Zesz. Nauk. Poł-Wsch. Oddziału PTIE i PTG w Rzeszowie. 5. s. 13-18. 2004.
7. Kostecka J., Pączka G., Mastalerczyk M.: Ocena procesu rekultywacji terenów po kopalni siarki w Jeziórku, na podstawie stanu fauny dżdżownic. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 498. s. 135-145. 2004.
8. Kostecka J., Pączka G.: Kitchen waste as a source of nitrogen and other macroelements according to technology of vermiculture. Ecol. Chem. Eng. 12. s. 1683-1689. 2011.
9. Podkarpacki Festiwal Nauki i Techniki [dokument elektroniczny: <http://rsi.podkarpackie.pl/Aktualnosci/Strony/PODKARPACKI-FESTIWAL-NAUKI-I-TECHNIKI-0924-3303.aspx>; data wejścia 07.11.2013].
10. Rożen A.: Ekofizjologia odżywiania dżdżownic. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. 334. s. 49-56. 1998.
11. Selden P., Du Ponte M., Sipes B., Dinges K.: Small-scale vermicomposting Cooperative Extension Service. Home Garden. 45. s. 1-4. 2005.
12. Sinha R.K., Agarwal S., Chauhan K., Chandran V., Soni B.K.: Vermiculture Technology: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin for scientific use of earthworms in sustainable development programs. Technology and Investment. 1. s. 155-172. 2010.

STUDIES OF SELECTED ELEMENTS OF KNOWLEDGE ABOUT EARTHWORMS (LUMBRICIDAE) AND “EARTHWORM ECOLOGICAL BOXES”

Summary

A survey has been conducted and selected elements of knowledge about earthworms and “earthworm ecological boxes” have been determined. Three postulates were verified: respondents have basic knowledge of earthworms, they understand the term “earthworm ecological box” and deem that organic waste should be utilized with these invertebrates.

Key words: earthworms, earthworm ecological box, survey

MARTA GARGAŁA¹, MARTA PISAREK²

Zakład Architektury Krajobrazu¹, Katedra Agroekologii², Uniwersytet Rzeszowski
e-mail: mgargala@univ.rzeszow.pl; mpisarek@univ.rzeszow.pl

ROŚLINNOŚĆ TOWARZYSZĄCA MAŁEJ ARCHITEKTURZE SAKRALNEJ W HUSOWIE NA PODKARPACIU

*W otoczeniu obiektów sakralnych zlokalizowanych na szlaku rowerowym w Husowie (powiat łańcucki, gmina Markowa) odnaleziono 59 taksonów roślin, wśród których dominującą grupę stanowiły rośliny z rodziny Asteraceae i Pinaceae. Zgrupowania gatunków zinwentaryzowanych wokół kapliczek i krzyży Husowa różniły się, co mogło wynikać z historycznych uwarunkowań. Wśród odnalezionej flory zidentyfikowano kilka gatunków typowych dla tradycyjnych ogródków wiejskich. Są to: *Delphinium cultorum*, *Cosmos bipinnatus*, *Syringa vulgaris*, *Convallaria majalis*, *Buxus sempervirens*, *Hedera helix*, *Vinca minor* i *Tagetes patula*.*

Słowa kluczowe: flora, rośliny tradycyjne, kapliczki, krzyże

I. WSTĘP

Krajobraz polskich wsi ulega ciągłym i dynamicznym zmianom, zyskując odmienny niż jeszcze kilkadziesiąt lat temu charakter i wygląd [1]. Niemniej jednak w przestrzeni siedliska wiejskiego znajduje się nadal miejsce wyrażające dwie odwieczne i nierozzerwalne wartości ludzkiej egzystencji – strefy sacrum i profanum. W tradycji polskiej wsi mała architektura sakralna lokalizowana była w miejscach o szczególnych wartościach wizualnych i przyrodniczych. Od zawsze towarzyszyła polom, ścieżkom i głównym traktom komunikacyjnym. Na granicy wsi sytuowano głównie krzyże, które witały i żegnały podróżnych, na rozstajach dróg kapliczki pełniły też rolę drogowskazów, stając się charakterystycznymi elementami krajobrazu wiejskiego. Kapliczki lokalizowano także w obrębie domostw oraz na ścianach budynków mieszkalnych [5,13]. Te małe obiekty sakralne stawiano najczęściej w intencjach błagalnych i dziękczynnych. Te o charakterze błagalnym powstawały w obliczu nieszczęść i kataklizmów, natomiast dziękczynne mogły powstawać między innymi w podziękowaniu za zachowanie zdrowia okolicznych mieszkańców. Budując kapliczki często składano w nich wota błagalne wypraszając opiekę nad duszami zmarłych, nieochrzczonych, samobójców i skazańców [6,12].

Obiekty drobnej architektury sakralnej stanowią obecnie wyjątkowy walor krajobrazowy i mogą być infrastrukturą dla projektowanych ścieżek i szlaków turystycznych. Przykładem takich rozwiązań w województwie podkarpackim są trasy rowerowe; szlak „Błękitna pętla”,

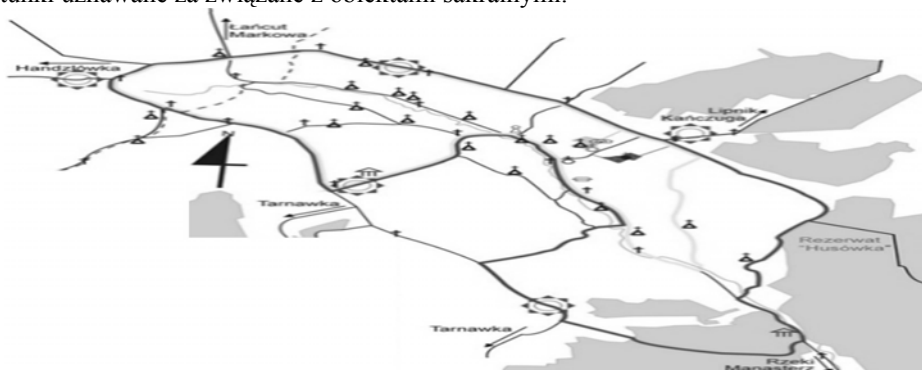
* *Pracę recenzował:* dr hab. inż. Paweł Czarnota, Pracownia Naukowo-Edukacyjna Gorczańskiego Parku Narodowego

przebiegający przez Wołę Zgłobieńską i Boguchwałę [10], „Szlak przydrożnych krzyży i kapliczek w Husowie” [7] oraz „Szlak kraczkowskich kapliczek i krzyży” [19].

Celem prezentowanej pracy była inwentaryzacja i waloryzacja roślinności rosnącej w najbliższym otoczeniu kapliczek i krzyży wchodzących w skład szlaku rowerowego w Husowie. Obserwowano powiązania obecnie funkcjonującej tam flory z historią i tradycją dawnych lat.

II. MATERIAŁ I METODY

Przeprowadzone w latach 2011-2012 badania, objęły roślinność naczyniową towarzyszącą małej architekturze sakralnej zlokalizowanej przy trasie rowerowej „Szlakiem przydrożnych kapliczek (17 szt.) i krzyży (19 szt.) w Husowie” (Ryc. 1). Na podstawie trzykrotnej jakościowej inwentaryzacji roślin (maj, lipiec, wrzesień) ustalono jej skład gatunkowy a następnie dokonano podziału pod względem systematycznej przynależności do rodzin. Określono także formy życiowe oraz powiązania poszczególnych gatunków z typem małej architektury sakralnej obserwowanej na szlaku. Nazewnictwo zaczerpnięto z monografii pod redakcją Filipczak [4] oraz z opracowania Kremer [9]. Na podstawie pracy Chojnackiej i Wilkaniec [3] rozpoznano rośliny ozdobne, tradycyjnie uprawiane w ogrodach wiejskich. Natomiast w oparciu o pracę Cała [2] przedstawiono gatunki uznawane za związane z obiektami sakralnymi.



Ryc. 1. Rozmieszczenie obiektów badawczych [20]

Fig. 1. Distribution of research sites [20]

III. OMÓWIENIE WYNIKÓW I ICH DYSKUSJA

Inwentaryzacja zieleni otaczającej kapliczki i krzyże przy trasie rowerowej w Husowie pozwoliła łącznie wyodrębnić 59 taksonów roślin (Tab. 1).

Wokół kapliczek występowały 44 gatunki, z czego najwięcej należało do rodziny astrowatych (*Asteraceae*) (13,6%). Nieco mniej reprezentowały rodziny sosnowatych (*Pinaceae*) (9,1%) i cyprysowatych (*Cupressaceae*) (6,8%). Podobny wynik przedstawiła Róg [15] na terenie Woli Zgłobieńskiej. Gatunki z rodziny brzoźowatych (*Betulaceae*), bukowatych (*Fagaceae*), goździkowatych (*Caryophyllaceae*), jaskrowatych (*Ranunculaceae*), kosaćcowatych (*Iridaceae*), pierwiosnkowatych (*Primulaceae*), różowatych (*Rosaceae*) i wielosiłowatych (*Onagraceae*) stanowiły po 4,5%. Natomiast najmniej stwierdzono taksonów z rodziny araliowatych (*Araliaceae*), berberysowatych (*Berberidaceae*), bodziszkowatych (*Geraniaceae*), bukszpanowatych (*Buxaceae*), dławiszowatych (*Celastraceae*), gruboszowatych

(Crassulaceae), jasnowatych (Lamiaceae), liliowatych (Liliaceae), ogórecznikowatych (Boraginaceae), Onocleaceae, orzechowatych (Juglandaceae), paciorecznikowatych (Cannaceae), szarłatowatych (Amaranthaceae), ślázowatych (Malvaceae) i wrzosowatych (Ericaceae) (po 2,3%).

Tabela 1 – Table 1

Gatunki występujące przy kapliczkach i krzyżach Husowa

Species found in the surroundings of wayside shrines and roadside crosses in the Husów village

A	Gatunek / Species	Przy kapliczkach By the wayside shrines	Przy krzyżach By the roadside crosses
a	<i>Amaranthus retroflexus</i>	x	-
	<i>Cosmos bipinnatus</i> *	x	-
b	<i>Aster amellus</i>	x	-
	<i>Canna</i> sp.	x	-
	<i>Dianthus caryophyllus</i>	x	-
	<i>Iris germanica</i>	x	-
	<i>Matteuccia struthiopteris</i>	x	-
	<i>Rudbeckia hirta</i>	x	-
	<i>Sedum hybridum</i>	x	-
	<i>Solidago canadensis</i>	x	-
	<i>Stachys byzantina</i>	x	-
c	<i>Quercus robur</i>	x	-
	<i>Cerasus vulgaris</i>	x	-
	<i>Carpinus betulus</i>	x	-
	<i>Corylus avellana</i>	x	-
	<i>Juglans regia</i>	x	-
	<i>Malus domestica</i>	x	-
d	<i>Berberis thunbergii</i>	x	-
	<i>Euonymus fortunei</i>	x	-
	<i>Hedera helix</i> *	x	-
	<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>bulbosum</i>	-	x
	<i>Convallaria majalis</i> *	-	x
	<i>Dendranthema grandiflorum</i>	-	x
	<i>Dianthus deltoide</i>	-	x
	<i>Fuchsia hybrida</i>	-	x
<i>Pulmonaria officinalis</i>	-	x	
c	<i>Acer campestre</i>	-	x
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	x
d	<i>Forsythia intermedia</i>	-	x
	<i>Sambucus nigra</i>	-	x
	<i>Spiraea japonica</i>	-	x
	<i>Crataegus</i>	-	x
	<i>Deutzia crenata</i>	-	x
	<i>Syringa vulgaris</i> *	-	x
e	<i>Vinca minor</i> *	-	x
a	<i>Tagetes patula</i> *	x	x
b	<i>Delphinium cultorum</i> *	x	x
	<i>Iris sibirica</i>	x	x
	<i>Lilium hybridum</i>	x	x
	<i>Lysimachia punctata</i>	x	x

	<i>Oenothera fruticosa</i>	X	X
	<i>Pelargonium peltatum</i>	X	X
	<i>Peonia</i> sp.	X	X
	<i>Phlox paniculata</i>	X	X
	<i>Primula elatior</i>	X	X
	<i>Dianthus gratianopolitanus</i>	X	X
	<i>Senecio cineraria</i>	X	X
c	<i>Fagus sylvatica</i>	X	X
	<i>Larix</i> sp.	X	X
	<i>Tilia</i> sp.	X	X
	<i>Pinus sylvestris</i>	X	X
	<i>Picea abies</i>	X	X
	<i>Picea pungens</i>	X	X
d	<i>Buxus sempervirens</i> *	X	X
	<i>Juniperus communis</i>	X	X
	<i>Juniperus sabina</i>	X	X
	<i>Rosa</i> sp.	X	X
	<i>Rhododendron</i> sp.	X	X
	<i>Thuja</i> sp.	X	X

A – formy życiowe roślin: a - 1-rocznia, b - bylina, c- drzewo, d- krzew, e - krzewinka

A - forms of plant life: a - annual, b - perennial, c - tree, d - bush, e - shrub

* tradycyjnie rośliny ozdobne, uprawiane w ogrodach wiejskich za Chojnacka i Wilkaniec [3]

* traditionally ornamental plants grown in the gardens of rural for Chojnacka i Wilkaniec [3]

Źródło: badania własne / Source: own elaboration

Inwentaryzacja flory otaczającej krzyże (Tab. 1), wykazała 39 gatunków, z czego najwięcej należało do rodziny sosnowate (*Pinacea*) (10,2%), mniej do rodzin: astrowate (*Asteraceae*), cyprysowate (*Cupressaceae*), różowate (*Rosaceae*), wiesiołkowate (*Onagraceae*) (7,6%). O połowę mniej gatunków w porównaniu z rodziną *Pinacea* stwierdzono wśród rodzin: goździkowate (*Caryophyllaceae*), jaskrowate (*Ranunculaceae*), oliwkowate (*Oleaceae*), pierwiosnkowate (*Primulaceae*), (po 5,1%). Udział taksonów z rodzin: bobowate (*Fabaceae*), bodziszkowate (*Geraniaceae*), bukowate (*Fagaceae*), bukszpanowate (*Buxaceae*), hortensjowate (*Hydrangeaceae*), kosaćcowate (*Iridaceae*), liliowate (*Liliaceae*), mydleńcowate (*Sapindaceae*), ogórecznikowate (*Boraginaceae*), szparagowate (*Asparagaceae*) toinowate (*Apocynaceae*), piżmączkowate (*Adoxaceae*), ślazowate (*Malvaceae*), wiechlinowate (*Poaceae*), wrzosowate (*Ericaceae*) wynosił po 2,6%.

Przy kapliczkach i krzyżach jednocześnie odnaleziono 24 gatunki (Tab. 1).

Wydaje się, że takie zróżnicowanie powiązania obecnie funkcjonującej wokół kapliczek i krzyży flory, ukształtowało się historycznie z uwagi na zróżnicowanie lokalizacji kapliczek (wcześniej bliżej domów a często nawet na terenie posesji) i krzyży (zwykle na obrzeżu wsi). Można przypuszczać, że formy roślinne otaczające kapliczki mogły być przenoszone do nich z przydomowych ogródków i częściej pielęgnowane z uwagi na dogodną bliskość do posesji. Krzyże natomiast, wystawione w znacznej odległości od zabudowań mieszkalnych mogły liczyć na zieleń mniej wymagającą i bardziej samodzielnią – drzewiastą.

W otoczeniu kapliczek najczęściej odnajdywano bukszpan *Buxus sempervirens* i różę *Rosa* sp.. Tak częste występowanie tych roślin wydaje się nie być przypadkowe, róża bowiem związana jest z symboliką maryjną a bukszpan z misterium wielkanocnym [8]. W otoczeniu krzyży na analizowanym terenie sadzono najczęściej lipę *Tilia* sp. Miała ona, podobnie jak inne drzewa, symbolizować więź nieba z ziemią w bezpośrednim sąsiedztwie tych obiektów sakralnych [2,16].

Roślinność towarzysząca drobnym obiektom sakralnym Husowa pochodzącym z okresu przed II wojną światową dobierana była zgodnie z tradycją chrześcijańską. Współcześnie posadowione kapliczki i krzyże mają inne otoczenie roślinne. Towarzyszą im drzewa i krzewy iglaste. Popularyzacja tych roślin związana jest ze zmianą mody na fitocenozy otaczające zabudowania upodabniające się coraz bardziej do tych z obszarów podmiejskich, co potwierdzają badania innych autorów [1,11,18,14,17].

W otoczeniu małej architektury sakralnej przy ścieżce rowerowej w Husowie wśród 59 zidentyfikowanych gatunków 14% zaliczono do roślin charakterystycznych dla tradycyjnych ogródków wiejskich. Były to: akmitka rozpierzchła (*Tagetes patula*), kosmos podwójnie pierzasty (*Cosmos bipinnatus*) (1-roczone), konwalia majowa (*Convallaria majalis*), ostróżka trawła (*Delphinium cultorum*) (byliny), barwinek pospolity (*Vinca minor*) (krzewinka), bluszcz pospolity (*Herdera halix*), bukszpan wiecznie zielony (*Buxus sempervirens*) i lilak pospoloty (*Syringa vulgaris*) (krzewy).

IV. PODSUMOWANIE

Obserwując florę otoczenia obiektów sakralnych zlokalizowanych przy trasie rowerowej w Husowie stwierdzono, że nawiązująca składem gatunkowym do dawnych tradycji chrześcijańskich, stanowiła niewielką grupę w stosunku do pozostałej roślinności. Niepokojącym faktem są tam coraz częściej pojawiające się gatunki obce dla terenów wiejskich, a tym samym nie występujące pierwotnie wokół kapliczek i krzyży. Częste obecnie dosadzanie drzew i krzewów iglastych jest wynikiem mody i braku przekonania o wartości tradycyjnej roślinności wiejskiej, towarzyszącej ludziom w poprzednich pokoleniach. Konsekwencją tych przemian jest zanikanie roślinności symbolicznej i tradycyjnej, a tym samym ubożenie dziedzictwa kulturowego krajobrazu wiejskiego.

V. LITERATURA

1. Adamczyk J.: Ogrody przydomowe jako element kształtowania krajobrazu współczesnej polskiej wsi. Krajobraz i ogród wiejski. t. 3: Przyrodniczy i kulturowy krajobraz wiejski. s. 77-81. 2004.
2. Cała A.: Krajobraz z sacrum w tle - kapliczki przydrożne jako element krajobrazu wsi opolskich. Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr.- OL. PAN. s. 24-34. 2007.
3. Chojnacka M., Wilkaniec A.: Współczesny ogród wiejski – problemy, inspiracje, możliwości. Zieleni Miast i Wsi. ZKTZ IZiIR PWSZ w Sulechowie. s. 149-160. 2009.
4. Filipeczak J. (red.): Katalog roślin. Drzewa, krzewy, byliny. Agencja Promocji Zieleni Sp. z o.o. Warszawa. 2006.
5. Fortuna-Antoszeicz B., Kimic K.: Miejsce kapliczek i przydrożnych krzyży w krajobrazie terenów wiejskich Mazowsza. Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr. OL PAN. s. 35-47. 2007.
6. Garbacz K.: Na szlaku biłgorajskich kapliczek i krzyży przydrożnych. Agencja Wydawnicza PDM. Zielona Góra. s. 352. 2009.
7. Gargała M., Lichołai L.: Integracja walorów krajobrazowych z dziedzictwem kulturowym na przykładzie trasy rowerowej „Szlakiem przydrożnych kapliczek i krzyży w Husowie” Rzeszowa. Zesz. Nauk. Poł-Wsch. Oddz. PTiE i PTG. Rzeszów. s. 36-72. 2012.

8. Gawryszewska B.: Rola ogrodu frontowego w strukturze siedliska – stan współczesny a tradycja ogrodu wiejskiego. [W:] *Krajobraz i ogród wiejski*. T.3. Przyrodniczy i kulturowy krajobraz wiejski. (red). Trzaskowska E., Sobczyk K., Falińska-Król J. s. 97-104. 2004.
9. Kremer B.P.: *Drzewa i krzewy - ilustrowany atlas*. Wydawnictwo KDC. Warszawa. ss. 263. 1998.
10. Lichołai L., Gargała M., Pisarek M.: *Analiza obiektów małej architektury sakralnej w wybranych miejscowościach woj. podkarpackiego*. Architektura Krajobrazu. Wrocław. 2013. (w druku).
11. Lipińska H., Harkot W., Kępka M.: *Współczesne formy zagospodarowania wiejskich ogródków przydomowych na Lubelszczyźnie*. Nauka Przyroda Technologie. T 3. z. 1. s. 1-8. 2009.
12. Marszałek E.: *Leśne ślady wiary. Kapliczki i cmentarze na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krośnie*. Wydawnictwo Ruthenus. Krosno. ss. 215. 2010.
13. Oleszek J.: *Wiara jako komponent tożsamości miejsca obszarów wiejskich Sudetów Wschodnich*. Polskie Krajobrazy Dawne i Współczesne. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego. Sosnowiec. 12. s. 67-77. 2009.
14. Renda J.: *Iglaki w ogródkach wiejskich*. W: Janecki J., Borkowski Z. (red.) *Krajobraz i ogród wiejski*. T 3. Przyrodniczy i kulturowy krajobraz wiejski. VI Forum Architektury Krajobrazu. Wyd. KUL Lublin. s. 35-38. 2004.
15. Róg. M.: *Obiekty małej architektury sakralnej oraz roślinność towarzysząca na przykładzie miejscowości Wola Zgłobieńska*. Praca inżynierska. Uniwersytet Rzeszowski. ss. 79. 2011.
16. Rydzewska A., Wilkaniec A.: *Obiekty religijne w krajobrazie*. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego. Sosnowiec. 21. s. 89-102. 2013.
17. Stompor-Chrzan E.: *Rośliny ozdobne w ogrodach frontowych podmiejskiej strefy Rzeszowa*. Zesz. Nauk. Poł-Wsch. Oddz. PTiE i PTG. Rzeszów. s. 56-60. 2011.
18. Trzaskowska E., Sobczak K., Falińska-Król J.: *Przedogródki wiejskie i miejskie Lubelszczyzny*. W: Janecki J., Borkowski Z. (red.) *Krajobraz i ogród wiejski*. T 3. Przyrodniczy i kulturowy krajobraz wiejski. VI Forum Architektury Krajobrazu. Wyd. KUL Lublin. s. 135-138. 2004.
19. *Szlak Kraczkowskich kapliczek i krzyży*. [dokument elektroniczny. www.podkarpackie.travel/pl/szlaki-rowerowe. data wejścia 10.11.2013.]
20. *Szlakiem przydrożnych kapliczek. Trasa rowerowa w Husowie*. [dokument elektroniczny. www.husow.pl. data wejścia 10.11.2013.]

VEGETATION ACCOMPANYING SMALL SACRED ARCHITECTURE IN HUSÓW IN THE PODKARPACIE REGION

Summary

In the surrounding of sacred objects located by a bicycle trail in Husów village (SE Poland) occurred 59 species of vascular plants, mainly from the family Asteraceae and Pinaceae. Seven of them are considered as traditional for rural gardens. They are: Delphinium cultorum, Cosmos bipinnatus, Syringa vulgaris, Convallaria majalis, Buxus sempervirens, Hedera helix, Vinca minor and Tagetes patula.

Key words: flora, traditional plants, wayside shrines, roadside crosses

WOJCIECH GÓRECKI, JOANNA KOSTECKA

Katedra Biologicznych Podstaw Rolnictwa i Edukacji Środowiskowej
Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego
e-mail: floot@interia.pl; jkosteck@univ.rzeszow.pl

WPLYW ODPADU FARBY „EKO” NA DŹDŻOWNICE

*Badano wpływ odpadu farby „EKO” na przeżywalność dojrzałych płciowo dżdżownic *Eisenia fetida* i *Dendrobaena veneta* w 24 godzinnym teście kontaktowo-bibułowym. Obecność 20% badanego odpadu farby w podłożu testowym wywołała śmiertelność około 50% osobników obu gatunków, a dawki 30% nie przeżył żaden przedstawiciel badanych populacji.*

Słowa kluczowe: odpad farby „eko”, test kontaktowo-bibułowy, dżdżownice, *Eisenia fetida*, *Dendrobaena veneta*

I. WSTĘP

Działalność przemysłowa, rolnicza czy urbanizacyjna, pociąga za sobą chemizację środowiska i zmiany w ekosystemach. Zmiany właściwości chemicznych środowiska pod wpływem antropopresji wywołują negatywne skutki dla wielu żywych organizmów. Oddziaływanie zanieczyszczeń na organizmy żywe wynika z interakcji między skażeniem a organizmem, populacją, biocenozą i przejawia się m.in. śmiertelnością, zahamowaniem wzrostu, czynności fizjologicznych, zmianami w DNA, zmianami w obrębie tkanek i organów. Narażenie organizmów żywych na zanieczyszczenia środowiska może mieć daleko idące skutki, wiele z tych substancji może mieć charakter teratogeny, bądź przejawiać negatywne działanie typu chronicznego, gdy efekty ujawniają się po długim czasie [1,9,10].

W ekosystemach lądowych kluczową rolę odgrywają organizmy glebowe. Z tego powodu w badaniach ekotoksykologicznych wykorzystuje się przede wszystkim zwierzęta bezkręgowce, takie jak skąposzczety (np. *Eisenia fetida*, *Enchytraeus albidus*, *Enchytraeus crypticus*), skoczogonki (np. *Folsomia candida*), ślimaki (*Helix aspersa aspersa*), nicienie (np. *Caneorhabditis elegant*, *Acrobeloides nanus*), roztocze (np. *Hypoaspis aculeifer*) i inne. Opisywane badania mogą przebiegać w teście kontaktowo-bibułowym, teście sztucznej gleby lub unikania odpowiedzi [2,3,4,5]. Test kontaktowo-bibułowy należy do metod stosunkowo łatwych i dostępnych badawczo, natomiast na pewno nie odzwierciedla wszystkich zagrożeń, jakie w naturalnej glebie mogą dotyczyć badanych organizmów. Jest

*Pracę recenzowała: dr hab. Anna Rożen, Instytut Nauk o Środowisku, Uniwersytet Jagielloński

tak w wyniku faktu, że substancje szkodliwe i toksyczne oddziałują na organizmy nie tylko drogą kontaktową, ale np. w przypadku dżdżownic także przez przewód pokarmowy.

Celem badań było sprawdzenie wpływu kontaktu dwóch gatunków dżdżownic z odpadem farby „EKO”.

II. MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły dorosłe dżdżownice kompostowe *Eisenia fetida* (Sav.) oraz *Dendrobaena veneta* (Rosa). W doświadczeniu wykorzystano wyłącznie osobniki z wyraźnie zaznaczonym siodełkiem (*clitellum*), o znanej biomacie. Eksperyment przeprowadzono w trzech powtórzeniach w warunkach laboratoryjnych w temperaturze $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ (Tab. 1).

Za metodę badań wybrano test kontaktowo-bibułowy (*Contact Filter Paper Test*) [3,4]. Przeprowadzono najpierw badanie pilotażowe, wstępnie ustalające dawkę badanego czynnika. Następnie skąposzczety poddano działaniu 3 wariantów stężenia gotowej wodnej mieszaniny substancji chemicznych zawartych w odpadzie farby, którą była biała akrylowa farba emulsyjna jednej z wiodących marek na rynku. Producent określił farbę jako „EKO” ponieważ rozpuszcza się w wodzie, nie zawiera toksycznych rozcieńczalników i emituje ograniczoną ilość LZO (Lotnych Związków Organicznych).

Obserwacje przeprowadzono trzykrotnie przez okres doby, według schematu przedstawionego w tabeli 1. Ocena kondycji i pomiar masy ciała odbywały się co 2 godziny. Przed ważeniem osobniki przemywano wodą destylowaną, osuszano na papierowym ręczniku a potem ponownie wprowadzano na szalkę z odpadem farby „EKO”.

Tabela 1 - Table 1

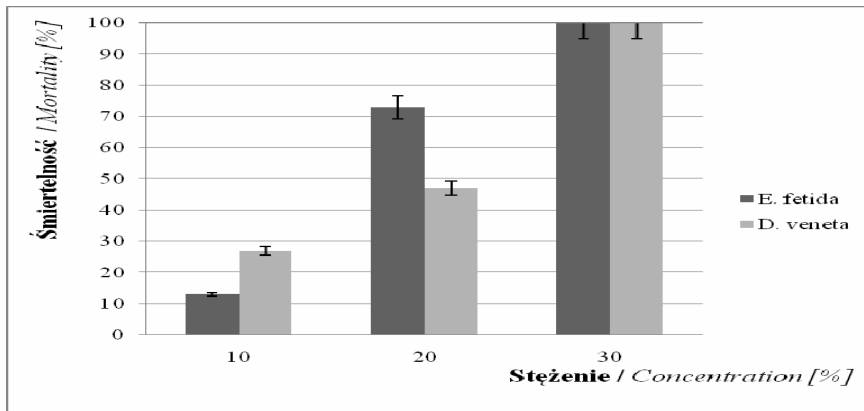
Schemat przeprowadzonego doświadczenia / *The scheme of the conducted experiment*

Nr szalki <i>Nr of Petri</i>	Stężenie odpadu <i>Waste concentration</i>	Dżdżownice <i>Earthworms</i>	Podłoże <i>Bedding</i>	Schemat badania <i>Study design</i>
1-5	Kontrola / <i>Control</i>	<i>E. fetida</i> 0,536±0,029 g	0,334±0,054 g bibuły na szalce Petriego zwilżonej 10 cm ³ wody destylowanej i nasiąkniętej odpowiednią dawką odpadu farby	Odczyty masy i stanu badanych osobników co 2 godziny <i>Weight and condition test at 2 hours routine</i>
6-10	10%			
11-15	20%			
16-20	30%			
21-25	Kontrola / <i>Control</i>	<i>D. veneta</i> 1,243±0,040 g	0,334±0,054 g of the filter paper on Petri dish saturated with 10 cm ³ of distilled water and saturated with the appropriate dose of paint waste	
26-30	10%			
31-35	20%			
36-40	30%			

Dla potrzeb oceny kondycji badanych osobników stworzono skalę: **a** - ciało sprężyste, właściwy kolor, szybka reakcja na dotyk, ucieczka od substancji; **b** - wolniejsza reakcja na dotyk, osobniki mniej ruchliwe; **c** - wyrzucanie celomocytów; **d** - brak reakcji na dotyk, ciało zwiotczone, kolor zasiniawy; **e** - osobniki martwe; **f** – pośmiertne przewężenia, pęcherze, spuchnięte ciało, biało-siną barwą, czerwone wybroczyny, z wpływem czasu rozkład.

III. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że odpad farby określanej jako „EKO” wpływał negatywnie na przeżywalność dżdżownic. Po 24 godzinach kontaktu z tym odpadem, 73% badanej populacji dżdżownic z gatunku *E. fetida* oraz 47% osobników *D. veneta* nie przeżyło obecności odpadu farby w stężeniu 20%. Wszystkie osobniki tych pierścienic zginęły natomiast przy stężeniu 30% odpadu farby (Ryc. 1). Przeżywalność i kondycję osobników w kontroli pokazują tabele (Tab. 2 i 3).



Ryc. 1. Śmiertelność dżdżownic po 24 godzinach testu [%]

Fig. 1. Mortality of earthworms after 24 hours of the test [%]

Osobniki martwe charakteryzowały się spuchniętym ciałem, szczególnie siodełkiem, białą barwą, licznymi przewężeniami i pęcherzami (Ryc. 2), u niektórych (10%) stwierdzono rozkład już po okresie doby.



Ryc. 2. Obrażenia na martwych ciałach dżdżownic *E. fetida* [fotografia autora]

Fig. 2. Damages on the dead bodies of earthworms *E. fetida* [photo of the author]

Przy stężeniu 30% odpadu, w przypadku obu badanych gatunków *E. fetida* i *D. veneta* pierwsze martwe osobniki stwierdzono po 4 godzinach trwania testu (Tab. 2, 3).

Tabela 2 - Table 2

Zmiany kondycji i masy osobników *Eisenia fetida* w trakcie badania
Changes condition and biomass test subjects Eisenia fetida during the research

Podłoże Bedding	Czas trwania testu w godzinach / <i>The test duration in hours</i>											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Ocena kondycji / <i>Assessment of the condition</i>												
K / C	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b
10%	b,c	b,c	b,c	b	b,c	b	b	b	b	d	d	d
20%	b,c	d	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
30%	d	e	e	e	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f
Średnia masa ciała (świeża masa g) / <i>Average research of biomass</i>												
K / C	0,664 ±0,050	0,690 ±0,050	0,699 ±0,055	0,705 ±0,053	0,708 ±0,055	0,702 ±0,055	0,697 ±0,054	0,687 ±0,055	0,681 ±0,056	0,675 ±0,055	0,672 ±0,054	0,665 ±0,052
10%	0,646 ±0,047	0,584± 0,069	0,576 ±0,063	0,572 ±0,068	0,571 ±0,071	0,571 ±0,076	0,566 ±0,075	0,563 ±0,076	0,557 ±0,077	0,551 ±0,080	0,547 ±0,084	0,540 ±0,087
20%	0,575 ±0,071	0,523 ±0,038	0,519 ±0,026	0,524 ±0,026	0,536 ±0,024	0,556 ±0,018	0,577 ±0,040	0,588 ±0,053	0,618 ±0,100	0,621 ±0,105	0,626 ±0,116	0,640 ±0,139
30%	0,491 ±0,029	0,545 ±0,034	0,563 ±0,041	0,574 ±0,041	0,585 ±0,045	0,594 ±0,045	0,604 ±0,050	0,615 ±0,055	0,619 ±0,056	0,623 ±0,062	0,629 ±0,065	0,639 ±0,070

Tabela 3 - Table 3

Zmiany kondycji i masy osobników *Dendrobaena veneta* w trakcie badania
Changes condition and biomass test subjects Dendrobena veneta during the research

Podłoże Bedding	Czas trwania testu w godzinach / <i>The test duration in hours</i>											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Ocena kondycji / <i>Assessment of the condition</i>												
K / C	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b
10%	a	b	b,c	b,c	b	b	b	b	b	b	d	d
20%	b,c	d	d	d	d	d	d	d	d	e	e	e,f
30%	d	e	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f	e,f
Średnia masa ciała (świeża masa g) / <i>Average research of biomass</i>												
K / C	1,248 ±0,167	1,180 ±0,137	1,177 ±0,137	1,176 ±0,127	1,183 ±0,125	1,182 ±0,126	1,181 ±0,127	1,201 ±0,131	1,210 ±0,134	1,221 ±0,137	1,231 ±0,143	1,256 ±0,182
10%	1,394 ±0,241	1,504 ±0,294	1,590 ±0,294	1,531 ±0,293	1,586 ±0,331	1,558 ±0,277	1,586 ±0,307	1,603 ±0,305	1,631 ±0,321	1,665 ±0,325	1,690 ±0,340	1,735 ±0,353
20%	1,163 ±0,333	1,199 ±0,272	1,202 ±0,262	1,227 ±0,231	1,228 ±0,222	1,235 ±0,209	1,242 ±0,196	1,253 ±0,187	1,279 ±0,173	1,303 ±0,165	1,318 ±0,173	1,334 ±0,186
30%	1,331 ±0,238	1,391 ±0,249	1,417 ±0,246	1,445 ±0,248	1,636 ±0,264	1,513 ±0,248	1,549 ±0,240	1,589 ±0,231	1,617 ±0,231	1,666 ±0,236	1,733 ±0,292	1,788 ±0,359

Spadek kondycji osobników stwierdzano już przy niskim (10%) stężeniu odpadu farby „EKO” po upływie 2 godzin dla *E. fetida* i 4 godzin dla *D. veneta*. Pośmiertne zmiany w postaci pęcherzy, przewężeń i spuchnięć odnotowano dla pierwszego gatunku po

8 godzinach, a dla *Dendrobaena veneta* po 10 godzinach trwania testu w 30% roztworze badanej substancji (Tab. 2,3). Zmiany pośmiertne postępowały z czasem (Ryc. 1).

Już pierwszy kontakt dżdżownic z odpadem „EKO”, nawet przy niskich stężeniach, powodował wydzielanie celomocytów, co potwierdzało się co 2 godziny po kolejnych ważeniach i w kolejnym kontakcie z odpadem na szalce. Było to zgodne z opisywaną u dżdżownic reakcją na stres chemiczny [3,8]. Po raz ostatni produkowanie celomocytów zaobserwowano po 10 godzinach dla *E. fetida* i 12 godzinach dla *D. veneta* pomimo, że osobniki oceniano nadal jako żywe (Tab. 2,3).

W kontekście przyjętego celu badań, analizowano także zmiany biomasy dżdżownic obu gatunków w trakcie trwania testu. Odnotowane wahania tej cechy wymagają dalszych badań.

Wyniki przeprowadzonego eksperymentu należałoby rozważać w kontekście rosnącej i szeroko pojętej świadomości „ekologicznej” i zapotrzebowania na tzw. produkty „EKO”.

Prowadzenie prośrodowiskowego stylu życia rozumieć należy jako bycie świadomym konsumentem, który wie co kupuje, dbając jednocześnie o bezpieczeństwo i zdrowie ludzi oraz ochronę środowiska przyrodniczego, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Zmieniająca się świadomość społeczeństwa to jednak nie wszystko. Potrzebne są także konkretne i konsekwentne działania zmieniające wiele aspektów otaczającej nas rzeczywistości. W interpretacji ich strategicznego kierunku mogą np. pomóc rozważania nad retardacją tempa przekształcania zasobów środowiskowych. Przykłady szerokiej interpretacji tych zagadnień zawierają materiały dwóch krajowych konferencji pt. „Retardacja materialnego przekształcania zasobów - Osiągnięcia, problemy, perspektywy” [6,7].

Przeprowadzone obecnie doświadczenie, choć nie porównuje oddziaływania na dżdżownic farby „EKO” i np. starych farb klejowych, to i tak wskazuje na zagrożenie ze strony badanej farby. W analizie sytuacji w zakresie zrównoważonej gospodarki odpadami, szczególnie miejsce należy więc nadal uwzględniać dla odpadów problemowych, stale podkreślając konieczność ich wysegregowywania ze strumienia odpadów komunalnych i odpowiedniego unieszkodliwiania. Pojęcie „EKO” natomiast, wymaga ciągłej weryfikacji.

IV. LITERATURA

1. Chmielowska-Bąk J.: Biomonitoring. Ekonatura. Ogólnopolski miesięcznik ekologiczny. 11. ss. 19. 2010.
2. Dutkiewicz R., Klimek M., Klimek B., Stefanowicz A. M., Płytycz B.: Effects of cadmium, copper, lead and nickel-contaminated soil on amoebocytes of the earthworm, *Aporrectodea caliginosa*. Acta Biologica Cracoviensia Series Zoologia. 51. s. 73-79. 2009.
3. Garczyńska M., Kostecka J.: Wpływ wybranych stężeń chlorku sodu na przeżywalność dżdżownicy *Eisenia fetida* (Sav.) w teście bibułowym. Zesz. Nauk. Poł-Wsch. Oddziału PTIE i PTG w Rzeszowie. 14. s. 19-22. 2011.
4. Heimbach F.: Correlations between methods for determining the toxicity of chemicals to earthworms. Pestic. Sci. 15. s. 605-611. 1984.
5. Kostecka J., Płytycz B., Mazur-Pączka A., Podolak-Machowska A.: Soil Fauna in Biomonitoring of the Environment. [In:] Practical Applications of Environmental Research. Nauka dla Gospodarki. nr 3/2012. (eds.) J. Kostecka, J. Kaniuczak. s. 303-322. 2012.
6. Krajowa Konferencja pt. „Retardacja materialnego przekształcania zasobów- Osiągnięcia, problemy, perspektywy”. Uniwersytet Rzeszowski. wrzesień 2009. Biuletyn Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN. 242. ss. 220. 2010.

7. Krajowa Konferencja pt. „Retardacja materialnego przekształcania zasobów-Osiągnięcia, problemy, perspektywy”. Uniwersytet Rzeszowski. wrzesień 2012. Inżynieria Ekologiczna. 34. ss. 222. 2013.
8. Kurek A., Płytycz B.: Cykl roczny aktywności celomocytów dżdżownic. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. 372. s. 125-131. 2001.
9. Trąba Cz., Wolański P.: Zastosowanie metod bioindykacyjnych w monitoringu środowiska. Zesz. Nauk. Poł-Wsch. Oddziału PTIE i PTG w Rzeszowie. 5. s. 73-78. 2004.
10. Traczewska T.M.: Biologiczne metody oceny skażenia środowiska. OW Politechniki Wrocławskiej. Wrocław. ss. 212. 2011.

INFLUENCE OF WASTE OF "ECO" PAINT TO EARTHWORMS

Summary

The influence of waste of "ECO" paint on survival rate of sexually mature earthworms Eisenia fetida and Dendrobaena veneta during the 24 hours Contact Filter Paper Test was checked. Concentration of 20% of the chemical caused the mortality of about 50% of individuals, and none of the representatives of the testes population survived on 30% of the dose.

Key words: waste of organic paint, *Contact Filter Paper Test*, earthworms, *Eisenia fetida*, *Dendrobaena veneta*

NATALIA I. KNIAZIEWA*, ZBIGNIEW BONCZAR, MATEUSZ OKRUTNIAK**, MARIA ROŚCISZEWSKA****

* Centrum Bezpieczeństwa Ekologicznego – A. N. St. Petersburg, Rosja

** Katedra Zoologii i Ekologii - UR im. H. Kołłątaja w Krakowie; e- mail: zbonczar@wp.pl

**ZASTOSOWANIE RÓŻNYCH POZIOMÓW STRUKTUR
HIERARCHICZNYCH ORGANIZMU DLA OCENY STOPNIA
DEGRADACJI ŚRODOWISKA**

*„Wszystko jest trucizną i wszystko
jest lekarstwem – decyduje tylko dawka!”
Paracelsus104*

W pracy przedstawiono ocenę założeń metodycznych badań dotyczących natężenia stopnia degradacji środowiska przyrodniczego z uwzględnieniem tempa reakcji na różnym poziomie organizacji materii żywej. Analizowano poziomy od molekularnego po populacyjny. Zastosowanie prezentowanych technik badawczych dotyczyć może różnych środowisk: wód śródlądowych, obszarów poddanych degradacji przemysłowej, agrocenoz oraz lasów gospodarczych i może być przydatne przy podejmowaniu zadań w ramach programów badawczych.

Słowa kluczowe: środowisko, toksyczność, bioindykatory, poziomy organizacji materii, biomonitoring

I. WSTĘP

Do najważniejszych zadań współczesności należy ocena jakości otaczającego środowiska. Jest ona trudna mimo wielu prac w tym kierunku. Koniecznością staje się wykonywanie badań holistycznych; oprócz badań o charakterze chemicznym potrzebne są także biologiczne, umożliwiając bardziej adekwatną ocenę toksyczności otoczenia dla organizmów żywych. Skutki oddziaływania zanieczyszczeń antropogenicznych, tak obecnie powszechnych, są wyraźniej widoczne podczas wykorzystania wskaźnikowych gatunków roślin i zwierząt. Przejawiają one podwyższoną wrażliwość na określone substancje, lub na szeroką grupę toksyn. Za pomocą testowania biologicznego, określającego zdolność przetrwania (przeżycia) lub funkcjonalny stan organizmu w badanym środowisku, można otrzymać szybką ocenę jakości otoczenia [28].

* *Pracę recenzował:* prof. dr hab. Bogusław Nowosad, Uniwersytet Rolniczy, Kraków

W pracy podjęto aktualny i ważny z ekologicznego punktu widzenia problem analizy procesów związanych z antropogenicznym skażeniem środowiska przyrodniczego na różnych poziomach organizacji materii żywej.

II. ZRÓŻNICOWANIE POZIOMÓW STRUKTUR HIERARCHICZNYCH ORGANIZMU DLA OCENY STOPNIA DEGRADACJI ŚRODOWISKA

Standardowa metodyka testowania biologicznego przy pomocy wodorostów, skorupiaków i ryb została opracowana tylko dla środowisk wodnych, zanieczyszczonych ściekami [11,15,16,17]. Woda jako jedna z najpowszechniejszych substancji występujących w przyrodzie jest składnikiem wszystkich żywych organizmów. Organizmy te wraz nią pobierają również liczne toksyny, które przedostają się ze środowisk ich życia. Mogą one akumulować się w ciałach organizmów i w dodatku mogą ulegać biomagnifikacji na wyższych poziomach troficznych [21].

Do grupy bioindykatorów należą między innymi ryby. Obecność pewnych gatunków ryb i brak innych, może świadczyć o zmianach fizyko - chemicznych jakie zachodzą w środowisku wodnym. Illies i Botosaneanu [13] wyróżniają cztery krainy rybne świadczące między innymi o wzrastającym zanieczyszczeniu wody martwą materią organiczną. Począwszy od górnego biegu rzeki do jej ujścia są nimi: kraina pstrąga (*Salmo trutta*) dla potoku górskiego, kraina lipienia (*Thymalus thymalus*) dla rzeki podgórskiej, kraina brzany (*Barbus barbus*) dla średniej rzeki piaszczystej oraz kraina leszcza (*Aramis brama*) dla dużej rzeki mulistej z najwyższą zawartością materii organicznej.

Wykorzystanie ryb w biomonitoringu nie polega tylko na stwierdzeniu występowania i braku poszczególnych gatunków, ale również na obserwacji zmian parametrów komórkowych, fizjologicznych i morfologicznych jakie zachodzą pod wpływem ksenobiotyków. Wyniki tych badań pozwalają wyznaczyć zależność: dawka – odpowiedź umożliwiającą prognozowanie poziomu zanieczyszczeń tolerowanego przez nie, a tym samym określenie poziomu tzw. „bezpiecznego skażenia”. Ryby stanowią też istotny obiekt badań toksykologicznych. I tak np. jak podaje Jezierska i inni [14] metale ciężkie takie jak kadm, miedź oraz ołów, zaburzają embriogenezę karpia (*Cyprinus carpio*), a nikiel akumuluje się w skrzelach u *Oreochromis niloticus* [1]. Natomiast doświadczenia nad wpływem różnych dawek ołowiu na jego akumulację u karasia srebrzystego (*Carassius auratus gibelio*) wykazały, że ołów akumuluje się w jelitach tego gatunku [21] w większym stopniu niż w mięśniach [18].

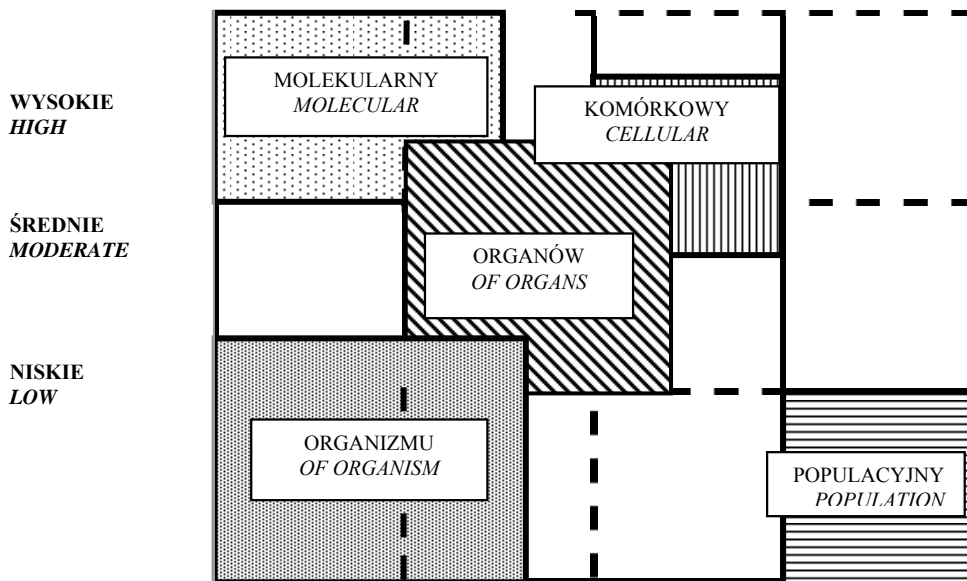
Dokładne wyniki można uzyskać poprzez długotrwałe doświadczenia, trwające przez co najmniej trzy pokolenia skorupiaków np. rozwielitek, tj. na populacyjnym poziomie organizacji fauny. W badaniach siedliskowych ważną rolę odgrywa prawidłowe zdefiniowanie gatunków wskaźnikowych dla konkretnych ekosystemów. W agrocenozach taką rolę spełniać mogą ptaki i ssaki łowne stanowiąc organizmy charakterystyczne dla rolnictwa tradycyjnego (biodynamicznego, zrównoważonego itp.) [5]. Na obszarach zdegradowanych, prz przemysłowych przydatne są badania populacji różnych gatunków zwierząt, zarówno bezkręgowych jak i kręgowych określające stopień rewitalizacji i renaturyzacji obszarów będących w różnych stadiach sukcesji spontanicznej bądź indukowanej [4,5,6,7,8,22,25].

W środowisku leśnym, oprzeć się można na badaniach populacji gatunków charakterystycznych dla wysokiego stopnia heterogenności i kierunku zmian sukcesyjnych. W warunkach lasów górskich Polski, za takie gatunki uznać można jarząbka (*Bonasa*

bonasia) i siniaka (*Columba oenas*). Reakcje populacyjne tych organizmów wskaźnikowych wykorzystywane mogą być w ocenie trwałości i bezpieczeństwa obszarów chronionych [2,3].

Skomplikowana sytuacja ekologiczna wymaga często bardzo szybkiej i najlepiej, instrumentalnej oceny. Analiza wyników procesów zachodzących w organizmie pod wpływem toksyn wykazała określone prawidłowości w charakterystyce ich reakcji na różnych poziomach organizacji, które pozwalają na uniknięcie szeregu ewentualnych błędów przy ocenie toksyczności środowiska, a także na wybranie najbardziej celowych parametrów metodyki testowania biologicznego (Ryc. 1).

KONCENTRACJE CZYNNIKÓW ZABURZAJĄCYCH
CONCENTRATIONS OF DISTURBANCES FACTORS



Źródło/ Source: [15] opracowanie własne/ own description

Ryc. 1. Celowość wykorzystania różnych poziomów organizacji przy testowaniu biologicznym
Fig. 1. Usefulness of applying various levels of organisation of living matter in biological testing

W pierwszym etapie działania bodźców o dowolnej sile włączają się mechanizmy obronno – przystosowawcze na poziomie organizmu, przejawiające się różnymi reakcjami polegającymi na zmianie zachowania – ucieczka lub izolacja. Badania Łapińskiego i Rościszewskiej [19], wykazały, że niektóre stężenia metali ciężkich w środowisku powodują natychmiastową reakcję *Eisenia fetida* (Sav), wyrażoną w formie ucieczki. Włączanie wtedy badań mechanizmów zahaczających o inne poziomy organizacji jest niecelowe.

W następnym etapie dłużej trwającego działania toksyn uruchamiają się mechanizmy niższych poziomów organizacji, mobilizujące organizm serią niespecyficznych reakcji stresowych, głównie zmieniających szybkość procesów funkcjonalnych i wywołujących zmianę rozdziału energetycznych i strukturalnych zasobów organizmu.

Tabela 1- Table 1

Reakcje organizmu na różnych poziomach organizacji na siłę oddziaływania czynników destrukcyjnych
 The reaction of an organism at various organisation levels towards the force of destructive factors

		Poziomy organizacji / Levels of organisation				
		Krótki okres oddziaływania / Short term impact				
		Długi okres oddziaływania <i>Long-term impact</i>	Organów <i>Organs</i>	Komórek i tkanek <i>Cells and tissues</i>	Poziom molekularny <i>Molekule level</i>	Organizm <i>Organism</i>
Czynnik destrukcyjny <i>Destruction factor</i>		Populacyjny <i>Population</i>				
Niski <i>Low</i>	Spadek wskaźników reprodukcji, kurczenie się arealów, uruchomienie mechanizmów przystosowawczych <i>Drop in reproduction indices, shrinking ranges, triggering adaptation mechanisms</i>	Główna rola układu nerwowego <i>Major role of the nervous system</i>				Obrotno-przystosowawcze reakcje (reakcja ucieczki, zmiana zachowania ruchowego, żywienia). Zdolność przeżycia <i>Defence-adaptation reactions, changes in locomotor behaviour, feeding). Ability to survive</i>
Średni <i>Moderate</i>	Przemieszczenia, zaburzenia funkcjonalne <i>Translocations, functional disorders, rapid decline</i>	Ilościowe zmiany funkcjonalne. Zmiana rozdziału zasobów energetycznych i strukturalnych <i>Quantita-tive functional changes</i> <i>Changes in allocation of energy and structural resources</i>	Odwracalne zmiany metabolizmu komórkowego (zawartości białek, węglowodanów, tłuszczów, aktywności enzymów) / <i>Reversible changes in cellular metabolism (protein, carbohydrates, lipid contents, activity of enzymes)</i>	Odwracalne zmiany jonowej homeostazy komórek <i>Reversible changes in homeostasis of cells</i>		Reakcje obronno-przystosowawcze (reakcja ucieczki, zmiana zachowania ruchowego, żywienia). Zmiana wielkości ciała osobników. Zdolność przeżycia / <i>Defence-adaptation reactions; (flight reaction, changes in locomotor beha-viour, feeding. Change in size of individuals. Ability to survive</i>
Wysoki <i>High</i>	Zanik populacji – wymarcie <i>Disappearance of population – extinction</i>	Patologiczne zmiany funkcjonalne i morfologiczne <i>Pathological functional and morphological changes</i>	Patologiczne, nieodwracalne zmiany metabolizmu komórkowego, zahamowanie fermentacji <i>Pathological, irreversible changes in cellular metabolism, inhibition of fermentation</i>	Nieodwracalne zmiany homeostazy komórek, naruszenie struktury błon i organelle <i>Irreversible changes in the homeosta-sis of an organism, breaking down of the structure of membranes and organelles</i>		Zachowanie aberracyjne, paradoksalne. Paraliż. Śmierć <i>Aberrational behaviour, paradoxical behaviour, Paralysis, Death</i>

Wspomniane procesy oddziałują przede wszystkim na organy, a także działają na poziomie komórkowym i mają głównie charakter tymczasowy i odwracalny (Ryc. 1, Tab. 1). Przy długotrwałym działaniu wystarczająco silnych bodźców, kiedy poprzednie reakcje nie unormowały zaburzonych funkcji układów, zaczynają się poważne przekształcenia na poziomie komórkowym i molekularnym, które mogą być nieodwracalne i doprowadzić do śmierci lub genetycznych zmian organizmu (Ryc. 1, Tab. 1).

Akumulacja metali ciężkich w tkankach bezkręgowców ziemnych jest wskaźnikiem zanieczyszczenia środowiska glebowego. Jego stopień wpływa na przeżywalność (np. *Lumbricidae*), reprodukcję i masę ciała pierścienic [23,26]. Te zwierzęta akumulują w swoich organizmach stosunkowo duże dawki metali ciężkich a jako pokarm wyższych zwierząt przenoszą te zanieczyszczenia na wyższe poziomy troficzne (min. na człowieka).

Badania dotyczące wpływu metali ciężkich na bezkręgowce prowadzone są nie tylko na poziomie osobnika ale również gatunku, a nawet całych zespołów bezkręgowców glebowych ponieważ pierwiastki te jak się okazuje wpływają również na ich bioróżnorodność. Wg części danych literaturowych wraz z malejącym zanieczyszczeniem wzrasta bogactwo gatunkowe bezkręgowców i obfitość poszczególnych gatunków (np. wazonkowców, dżdżownic, larw muchówek) [10]. Z kolei w części prac znajdujemy informacje, że najwyższe bogactwo gatunkowe np. roztoczy jest obserwowane na terenach gdzie zanieczyszczenie jest na poziomie średnim [24]. Wyjaśnieniem tego zjawiska jest tzw. „hipoteza średnich zaburzeń”, która tłumaczy, że różnorodność gatunkowa w niskim natężeniu stresu jest ograniczona przez konkurencję międzygatunkową, natomiast wzrost natężenia tego stresu może prowadzić do osłabienia konkurencji międzygatunkowej na skutek eliminacji gatunków wrażliwych. Są one zastępowane przez gatunki słabsze w konkurencji, natomiast odporniejsze na działanie stresu środowiskowego, co ostatecznie prowadzi do wzrostu bioróżnorodności na terenach skażonych. Jej wzrost będzie obserwowany gdy stopień skażenia nie przekroczy progu kiedy pojawiają się szkodliwe efekty tych skażeń [27]. Według obserwacji niektórych badaczy [9,12,20] bogactwo gatunkowe wybranych bezkręgowców glebowych (roślinożernych pluskwiaków oraz mrówek) wzrasta wraz ze wzrostem stopnia skażenia.

Na tej podstawie można wydzielić parametry najważniejsze dla testowania biologicznego w zależności od czasu i siły oddziaływania toksycznego, które są odwrotnie proporcjonalne do poziomów organizacji (Ryc. 1). Dlatego przy bardzo szybkiej ocenie stanu środowiska niska toksyczność przejawia się lepiej w parametrach na poziomie organizmu i organów, a wysoka – na poziomie komórkowym i molekularnym. Ten paradoksalny na pierwszy rzut oka wniosek jest uzasadniony szeregiem prawidłowych i biologicznie celowych procesów w reakcjach organizmu na zmianę czynników otoczenia, uogólnionych w niniejszej pracy.

III. LITERATURA

1. All-Attar A.M.: The influences of nickel exposure on selected physiological parameters and gill structure in the teleost fish, *Oreochromis niloticus*. Journal of Biological Science. 7. (1). s. 77-85. 2007.
2. Bonczar Z.: Jarząbek (*Bonasa bonasia*). Poradniki Ochrony Siedlisk i Gatunków Natura 2000 - Podręcznik Metodyczny. Wydawnictwo Ministerstwa Środowiska. 2004.

3. Bonczar Z.: Jarzabek *Bonasa bonasia* Monitoring ptaków lęgowych. Poradnik metodyczny gatunków chronionych Dyrektywą Ptasią s. 287-292. GIOŚ. Warszawa. (red. Chylarecki P. i in.). Oficyna Wydawnicza Oikos sp. z o.o. 2009.
4. Bonczar Z., Blacha A., Sołtyk M., Pośpiech N.: Awifauna lęgowa obszaru osadników byłych Zakładów Sodowych "Solvay" jako wskaźnik stadium rekultywacji. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Hodowla i Biologia Zwierząt. 369 (35). s. 171-181. 2000.
5. Bonczar Z., Sołtyk M., Pośpiech N.: Zwierzęta łowne jako wskaźnik stadium rekultywacji terenów przemysłowych. Włocławskie Towarzystwo Naukowe. Zwierzyna drobna jako elementy bioróżnorodności środowiska przyrodniczego. Materiały II Krajowej Konferencji, Włocławek 7-9 września. s. 226-232. 2000.
6. Bonczar Z., Stefańska M., Grześ M., Okrutniak M., Rościszewska M.: Rodent species diversity in three areas of different renaturalization history. Acta Biologica Cracoviensia. Series: Zoologia. 53. s. 69-74. 2011.
7. Bonczar Z., Stefańska M., Okrutniak M., Helak-Świechowska A., Rościszewska M.: The transfer of macroelements in renaturalized ecosystems. Acta Biologica Cracoviensia. Series: Zoologia. 53. s. 75-80. 2011.
8. Bonczar Z., Stefańska M., Rościszewska M.: Fauna gryzoni (Rodentia) jako wskaźnik rewitalizacji terenów zdegradowanych. Zesz. Nauk. Pol-Wsch. Oddziału PTIE i PTG w Rzeszowie. 12. s. 13-18. 2010.
9. Brändle M., Amarell U., Aule H., Klotz S., Brandl R.: Plant and insect diversity along a pollution gradient: understanding species richness across trophic levels. Biodiversity and Conservation. 10. s. 1497-1511. 2001.
10. Creamer R. E., Rimmer D. L., Black H. I. J.: Do elevated soil concentrations of metal affect the diversity and activity of soil invertebrates in the long – term? Soil Use and Management. 24. s. 37-46. 2008.
11. Golubkova E. G.: Problemy wodnej toksykologii. Miedzuz. sb. Petrozawodsk. s. 19-21. 1988.
12. Grześ I. M.: Ant species richness and evenness increase along a metal pollution gradient in the Bolesław zinc smelter area. Pedobiologia. 53. s. 65-73. 2009.
13. Illies J., Botosaneanu L.: Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 12. s. 1-57. 1963.
14. Jezierska B., Ługowska K., Witeska M.: The effects of heavy metals on embryonic development of fish (a review). Fish Physiol. Biochem. 35. s. 625-640. 2009.
15. Kniaziewa N. I.: Intensywna gazoobmienna dafni w wodzie, zagrznionej rozlicznymi solami miedzi. Ż. Ewolucyjnej biochini i fizjologii. 30. s. 1-5. 1994.
16. Kniaziewa N. I.: Osobienności wozdziejstwa na niekotorych gibiontow insekticida walekson. Ż. Ewolucyjnej biochini i fizjologii. 30. 3. 32-37. 1994.
17. Kniaziewa N. I., Volžskaja A. I., Sladkova C. W., Karenina I. W.: Funkcjonalne metody biotestirowania zagriaznienejj wodnoj sredy. Tez. Miedzunarodowo seminaru (Bioindykacja i biomonitoring). s. 217-219. 1991.
18. Ludwikowska A., Drag-Kozak E., Łuszczek-Trojnar E.: Bioconcentration of lead in fish muscles. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytskyj. Series "Biological sciences". t. 12, nr 2 (44). 2010.
19. Łapiński S., Rościszewska M.: The impact of cadmium and mercury contamination on reproduction and body mass earthworms. Plant Soil Environ. 54 (2). s. 61-65. 2008.

20. Migliorini M., Pigino G., Bianchi N., Bernini F., Loenzio C.: The effects of heavy metal contamination on the soil arthropod community of a shooting range. *Environmental Pollution*. 129. s. 331-340. 2004.
21. Okrutniak M., Drag-Kozak E., Łuszczek-Trojnar E.: Wpływ różnych dawek ołowiu na jego akumulację w przewodzie pokarmowym karasia srebrzystego. *Materiały Konferencyjne - VI Ogólnopolska Konferencja Naukowa pt. „Nowoczesne Systemy w Technologii Żywności i Zarządzaniu Środowiskiem” Międzynarodowe Centrum Edukacji Ekologicznej Uniwersytetu Rzeszowskiego. Iwonicz 20-22 kwietnia. s. 271-272. 2010.*
22. Okrutniak M., Rościszewska M., Bonczar Z., Helak-Świechowska A., Piwowarska K., Puchała M.: Pająki (*Araneae*) terenów rekultywowanych. *Zesz. Nauk. Pol-Wsch. Oddziału PTIE i PTG w Rzeszowie*. 12. s. 87-93. 2010.
23. Rościszewska M., Łapiński S., Borowiec F., Popek W., Drag E.: Relationship between the content of some heavy metals in substrate and their accumulation in the bodies of *Dendrobena octaedra* (Sav.). *Chem. Agric.* 4. s. 557-562. 2003.
24. Skubała P., Kafel A.: Oribatid mite communities and metal bioaccumulation in oribatid species (Acari, Oribatida) along the heavy metal gradient in forest ecosystems. *Environmental Pollution*. 132. s. 51-60. 2004.
25. Sołtyk M., Bonczar Z., Rościszewska M., Pośpiech, N., Łapiński S.: Dżdżownice w łańcuchu troficznym terenów rekultywowanych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*. 75. s. 239-244. 2001.
26. Spurgeon D. J., Hopkin S. P.: The effects of metal contamination on earthworm populations around a smelting works: quantifying species effects. *Appl. Soil. Ecol.* 4. s. 147-160. 1996.
27. Stefanowicz A. M., Grześ I. M.: Wpływ zanieczyszczeń na gatunkową, funkcjonalną i genetyczną różnorodność organizmów. *Wiadomości ekologiczne. Tom LV (1)*. s. 3-28. 2009.
28. Vlasienko A.G., Krajniukova A. N., Niesmiejanov V. M., Kutračenko G. N.: Instrumentalny ekspress – metod ocenki toksyčnosti stocznych wod po reakcji uchoda ryb. *Teoretičeskije woprosy biotestirovanija. Wolgograd*. s. 100-103. 1983.

APPLYING VARIOUS LEVELS OF HIERARCHICAL STRUCTURES OF ORGANISMS TO EVALUATE THE DEGREE OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION

Summary

Methodological assumptions of research pertaining to the degree of degradation of the natural environment were presented taking account of the rates of reaction at various organisation levels of living matter. Levels ranging from the molecular level to the population level were analysed. The presented research techniques can be applied to various types of environment: inland waters, areas under pressure from industry-related degradation, agrocoenoses or commercial forests, and can be useful in undertaking research programmes.

Key words: environment, toxicity, bioindicators, organisation levels of living matter, biomonitoring

KAROLINA KONIECZNA¹, BARBARA KRUPA²

¹Katedra Agroekologii; ²Zakład Architektury Krajobrazu

Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego, e-mail: vespillo1@gmail.com

OWADY JAKO MODEL W ROZUMIENIU POJĘCIA „ŚWIADCZENIA EKOSYSTEMOWE”

Obserwowany w ostatnich latach postęp technologiczny, agresywna industrializacja czy intensyfikacja rolnictwa coraz bardziej obciążają środowisko naturalne. Aby móc sukcesywnie chronić przyrodę i zasoby naturalne, z których korzysta ludzkość, potrzebna jest nie tylko nowa, proekologiczna technologia, ale przede wszystkim zmiana nastawienia konsumenckiego i wyczulenie społeczeństwa na skutki ubożenia ekosystemów, a także wskazanie zależności relacji człowiek-środowisko. Jest to istotne z uwagi na ochronę przyrody oraz na racjonalne korzystanie z zasobów naturalnych. W pracy wykorzystano owady (Insecta), jako model w rozważaniach nad zagadnieniem „świadczania ekosystemowe”.

Słowa kluczowe: owady, świadczenia ekosystemowe, ochrona bioróżnorodności

I. WSTĘP

Entomologia jest gałęzią zoologii, która w sposób wszechstronny zajmuje się badaniem owadów (*Insecta*), wykorzystując także inne dyscypliny biologiczne, takie jak: ekologia, behawioryzm, anatomia, fizjologia, ewolucjonizm, jak również dzięki postępowi technicznemu, badania biochemiczne czy cytogenetyczne [18].

Pierwsze kontakty człowieka z owadami dalekie są od naukowego ujęcia i sięgają początków istnienia *Homo sapiens* na Ziemi. Człowiek, jako istota filogenetycznie młodsza niż omawiana gromada, musiał nauczyć się koegzystować z owadami, a relacje te od początku miały charakter użytkowy. Owady były wykorzystywane, jako pokarm, odpowiednio preparowane odnajdywały zastosowanie w lecznictwie, w przemyśle barwiarskim czy włókienniczym. Negatywne skutki obecności owadów zaczęto dotkliwie odczuwać w momencie podjęcia przez człowieka uprawy roślin i hodowli zwierząt. Zwiększająca się ekspansja człowieka na tereny do tej pory nieużytkowane, zakładanie plantacji upraw roślin użytkowych o charakterze monokultur czy udomowienie zwierząt; to główne czynniki, które przyczyniły się nie tylko do rozprzestrzeniania agrofagów oraz owadów pasożytniczych, w tym wektorów chorób, ale także do wystąpienia zjawiska

* *Pracę recenzowała:* prof. dr hab. Ewa Wojciechowicz-Żytko, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

konkurencji pokarmowej pomiędzy człowiekiem a owadami. Intensyfikacja rolnictwa i poszerzanie areałów upraw zwiększało napór populacji owadów, co powodowało zachwianie równowagi biologicznej w ekosystemie. Prawdopodobnie funkcjonujące biocenozy naturalne utrzymywane są przez zespół mechanizmów biocenotycznych, aczkolwiek udział takich terenów w skali globu jest stosunkowo niewielki, a zasięg procesów regulacyjnych niewystarczający do utrzymania równowagi w cenozach sąsiadujących [2,3,15,17,18].

Warto także nadmienić, że w przyrodzie nie występuje podział na organizmy pożyteczne i szkodliwe, a każdy komponent ekosystemu jest równo cenny z biologicznego punktu widzenia. Taki układ klasyfikacji użytkowej został wprowadzony przez człowieka, a wynika z czysto antropocentryczno-konsumpcyjnego spojrzenia na otaczający nas świat ożywiony i jest dowodem na utylitarne traktowanie przyrody [17].

Postrzeganie środowiska w aspekcie osiąganych korzyści lub ponoszonych strat przyczynia się do bezdusznego wykorzystywania zasobów naturalnych i jest efektem niewystarczającej wiedzy społeczeństwa na temat procesów zachodzących w przyrodzie, jak również wycenianiem i materializowaniem dóbr naturalnych. Dlatego słusznym jest postulowane przez Kostecką [10,11] wdrożenie pojęcia „świadczania ekosystemowe” do działań edukacyjnych.

Celem pracy jest przedstawienie definicji świadczeń ekosystemowych na przykładzie gromady owadów (*Insecta*). W literaturze naukowej, w tym podręcznikach akademickich do entomologii, w bogaty sposób została przedstawiona funkcja owadów w ekosystemach i gospodarce człowieka [2,3,17,18]. Jednak w niniejszej pracy, co pozwoli odróżnić ją od innych pozycji literaturowych, zostały przedstawione owady w świetle zrównoważonego rozwoju, zgodnie z koncepcją świadczeń ekosystemowych. Ogromna bioróżnorodność oraz liczebność owadów na świecie stanowi dobry przykład do ukazania czterech kategorii świadczeń ekosystemowych, w których owady pełnią funkcję modelu. Dodatkowo, praca może stanowić pomoc dydaktyczną dla uczniów, ukazując rolę owadów w przyrodzie, ich powiązania z układami biocenotycznymi, także relacje człowiek-owady. Ukazane w pracy korzyści, jakie czerpie ludzkość i ekosystem (a tym samym nadal ludzkość) z działalności owadów służą nie ekonomicznej wycenie, a dokładnemu przyjrzeniu się zależnościom biologicznym i zwróceniu uwagi na konieczność ochrony przyrody i zasobów naturalnych.

II. ŚWIADCZENIA EKOSYSTEMOWE

Pojęcie świadczeń ekosystemowych (*ecosystem services*, *ES*) sformułowano w latach 90. XX wieku, jednak dopiero w ostatniej dekadzie można zaobserwować progres w rozwoju tej dziedziny [5]. Podając definicję tego pojęcia, można je określić, jako zespół wszystkich wytworów i funkcji ekosystemów, z jakich korzysta ludzkość. Do pierwszej grupy można zakwalifikować m.in. rośliny i zwierzęta użytkowe, produkty z nich pozyskiwane, natomiast do funkcji ekosystemów zaliczamy wszystkie procesy biotyczne i abiotyczne, które w nim zachodzą, a z których korzystają ludzie.

Istotą koncepcji świadczeń ekosystemowych jest zwrócenie uwagi społeczeństwa na zależności zachodzące w przyrodzie, ich powiązanie z człowiekiem i definiowanie relacji człowiek-środowisko. Ze względu na funkcje oraz ich następstwa, jakie przyroda świadczy człowiekowi, *ecosystem services* zostały podzielone na cztery kategorie:

- świadczenia zaopatrzeniowe (*provisioning services*) - dobra i produkty pozyskiwane z ekosystemów (np. pokarm, surowce materiałowe, alternatywne źródła energetyczne, wody słodkie, zasoby genetyczne, biochemikalia),

- świadczenia regulacyjne (*regulating services*) - korzyści czerpane z zarządzania ekosystemami i naturalnymi procesami (np. utrzymanie jakości powietrza, regulacja klimatu, przepływu wody, kontrola erozji, oczyszczaniu wód i ścieków, utrzymaniu jakości gleby, regulacji liczebności szkodników, zapylenie),
- świadczenia kulturowe (*cultural services*) - obejmują niematerialne korzyści czerpane z ekosystemów (np. rekreacja i turystyka, wartości etyczne i duchowe, wartości edukacyjne i inspirujące),
- świadczenia wspierające (*supporting services*) - naturalne procesy utrzymujące inne świadczenia ekosystemowe (np. siedliska, obieg pierwiastków w przyrodzie, produkcja pierwotna, obieg wody) [5,7,16].

Wszechobecny konsumpcjonizm, a także niedostateczny poziom wiedzy społeczeństwa są efektem dwóch niepokojących, powiązanych ze sobą zjawisk: (1) traktowania przyrody, jako dobra oczywistego, możliwego do dowolnej i bezkrytycznej eksploatacji, czego konsekwencją jest (2) niszczenie ekosystemów i tendencje spadku różnorodności biologicznej. Według oceny Milenijnej Oceny Ekosystemów [14], 60% usług świadczonych przez ekosystemy zostało zniszczonych antropopresją lub zostało wykorzystanych w sposób niezgodny z koncepcją równoważonego rozwoju.

III. CZY OWAD ZAWSZE WADZI?

Termin *entomologia*, powszechnie stosowany w nomenklaturze, pochodzi z języka greckiego i oznacza naukę o owadach (*entomon* – insekt, owad i *logos* – wiedza, nauka) [2]. O ile etymologia pojęcia *entomologia* nie nasuwa wielu pytań, tak rozważając pochodzenie słów *insekt* i *owad* można zauważyć negatywne podejście do tej gromady zwierząt. Nazwa gromady *Insecta* pochodzi z języka łacińskiego (jest greckim odpowiednikiem *entomon*) i jest tłumaczona w dwojaki sposób: (1) od *insectum*- podział ciała, wcięcie, bądź (2) od *insecare*- napastować, prześladować, przeszkadzać. Termin *insect* funkcjonuje w nazewnictwie oficjalnym krajów zachodnich (Niemcy, Francja, Anglia). W Polsce przedstawiciele tej gromady oficjalnie nazywa się *owadami*, a więc takimi stworzeniami, co wadzą, przeszkadzają [13,17]. Termin ten pojawił się w Polsce w XVIII wieku, w dziele ks. Jana Krzysztofa Kluka, powtórzony w podręczniku jego autorstwa, określane przez Brucknera [4] na początku XX wieku jako ten, co *wadzi bydłu, szkodzi mu* lub jak podaje Bańkowski [1] *pranazwa pasterska głównego szkodnika owiec*, (...) uogólniona *na wszelkie insekty dokuczające bydłu*. Przekonanie to funkcjonuje do dnia dzisiejszego niosąc ze sobą niechęć, a niekiedy pogardę [13].

Obecnie znanych jest około miliona gatunków owadów, a szacuje się, że co najmniej dwa do dziesięciu razy więcej taksonów nadal nie zostało opisanych. W ujęciu jakościowym stanowią one około 75% wszystkich poznanych organizmów żywych, a statystycznie ocenia się, że co piąte zwierzę na Ziemi to chrząszcz (*Coleoptera*- jeden z rzędów należących do gromady *Insecta*). W aspekcie ilościowym szacuje się ich liczebność na około 1018 osobników, co daje około 250 milionów owadów przypadających na jednego człowieka! W odczuciu większości ludzi owady to stworzenia szkodliwe, jednak takie podejście jest dla nich wielce krzywdzące i niesprawiedliwe. Zaledwie niewielki procent poznanych owadów stanowi realne zagrożenie dla człowieka, zaś powszechnie panujący pogląd o przynoszonych przez owady stratach, nie przewyższa korzyści, jakie z ich działalności czerpie np. rolnictwo (zapylenie, regulacja liczebności szkodników i chwastów jako metody biologicznej ochrony roślin) [3,13,15,18].

IV. OWADY A ŚWIADCZENIA EKOSYSTEMOWE

Ogrom bioróżnorodności i liczebności globalnej entomofauny przyczynił się nie tylko do sukcesu ewolucyjnego owadów, w tym opanowania większości ziemskich ekosystemów, ale także predysponował ludzkość do wykorzystania tej gromady w różnych dziedzinach szeroko pojmowanej działalności i gospodarki człowieka [3,18]. Ze względu na mnogość przykładów, jak i ograniczenia objętości pracy, w publikacji omówiono najważniejsze aspekty wykorzystania owadów i opisanie ich w kontekście świadczeń ekosystemowych.

Kategoria *świadczeń zaopatrzeniowych* w ujęciu entomologicznym obejmuje:

(1) pokarm dla ludzi (ryc. 1) ■ jadalne owady pozyskiwane z naturalnych populacji (cykady (*Cicadidae*), szarańczaki (*Acrididae*), pluskwiaki (*Hemiptera*), larwy motyli (*Bombycidae*, *Saturniidae*, *Notodontidae*), oraz pędraki chrząszczy) ■ jadalne produkty uzyskiwane od owadów dziko żyjących (miód dzikich pszczół, „manna”, czyli rosa miodowa pluskwiaków (*Hemiptera*), miód pobierany z mrówek miodowych (*Myrmecocystus* sp.) ■ zwierzęta hodowane do konsumpcji, zarówno dla ludzi (świerszcz domowy (*Acheta domestica*) oraz spokrewniony z nim *Gryllus bimaculatus*), jak i zwierząt hodowlanych: (a) do celów terrarystycznych: karaczany (*Blattodea*), świerszcze (*Gryllidae*), larwy chrząszczy (*Coleoptera*), muchówek (*Diptera*), a także (b) na cele paszowe dla zwierząt gospodarskich (świerszcz domowy (*Acheta domestica*), jako pasza dla kurczaków, termity (*Isoptera*) jako zamiennik mączki rybnej i kostnej w paszach dla brojlerów, galasy (wyrosła roślinne powstałe, jako odpowiedź rośliny na żerowanie fitofagicznych błonkówek z rodziny *Cynipidae*) dodawane do paszy dla trzody chlewnej);

(2) surowce materiałowe ■ włókno (nić jedwabna z oprzędów poczwerek jedwabnika morwowego (*Bombyx mori*), a także innych rodzin motyli, np. *Saturniidae*, *Notodontidae*) ■ naturalne barwniki (otrzymane z zasuszonych okazów czerwców (*Coccinea*), np. *Kerria ilicis*, *Kermes vermillo*, *Coccus cacti*, koszenili (*Dactylopus coccus*), w XV i XVI *Porphyrophora polonica*, mające zastosowanie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym, farmaceutycznym, włókienniczym, farbiarskim i technice mikroskopowej) ■ garbniki (zawarte w ścianach galasów, wykorzystywane były do garbowania skór) ■ lak (żywiczna substancja produkowana przez czerwca lakowego (*Laccifer lacca*), z której uzyskuje się naturalny lakier, czyli szelak);

(3) zasoby genetyczne (badania cytogenetyczne, np. *Drosophila melanogaster*, bioinżynieria rolnicza- zwiększenie odporności roślin na szkodniki);

(4) biochemikalia naturalne, lecznictwo ludowe i medycyna ■ medycyna ludowa, medycyna naturalna (apiterapia) ■ medycyna klasyczna (m.in. wykorzystanie muchówek *Lucilla* do gojenia ran, ksenodiagnostyka, entomologia sądowa).

Kolejna grupa świadczeń ekosystemowych to *świadczenia regulacyjne*. Obejmują one:

(1) udział owadów w utrzymaniu jakości gleby (utrzymanie aktywności biologicznej gleby) ■ drążąc korytarze polepszają wentylację gleby i mieszanie się masy glebowej (np. larwy chrząszczy, mrówki (*Formicidae*)) ■ poprzez zakopywanie martwej materii organicznej przyczyniają się do nawożenia gleby (np. nekrofagiczne omarlicowate (*Silphidae*), koprofagiczne żukowate (*Scarabaeidae*);

(2) kontrola rozprzestrzeniania się chorób (gatunki drapieżnych owadów odżywiające się m. in. synantropijnymi larwami muchówek ograniczają ryzyko wystąpienia epidemii, np. drapieżne omarlicowate (*Silphidae*), kusakowate (*Staphylinidae*) ■ dezynsekcja biologiczna (drapieżne pluskwiaki z rodzaju *Reduvius* odżywiają się ludzkimi pasożytami hematofagicznymi, np. pluskwami (*Cimex*);

(3) ograniczenie występowania szkodników ■ owady jako kontrola biologiczna (gatunki drapieżnych owadów (np. biegaczowate (*Carabidae*), biedronkowate (*Coccinellidae*), bzygowate (*Syrphidae*)) oraz pasożytniczych (np. pasożytnicze błonkówki *Aphidiidae*) ograniczające liczebność agrofagów);

(4) zapylanie (ryc. 2) ■ udział owadów w zapyłaniu roślin (przede wszystkim błonkówki (*Hymenoptera*), muchówki (*Diptera*), chrząszcze (*Coleoptera*), motyle (*Lepidoptera*) ■ polepszanie jakości plonów roślin owadopylnych dzięki zjawisku heterozji (zapyłanie przez owady prowadzi do krzyżowania roślin różnych odmian i linii).

Prawdopodobnie najmniej dostrzeganą i docenianą kategorią świadczeń ekosystemowych są *świadczenia kulturowe*. W ujęciu entomologicznym zawierają:

(1) rekreację i ekoturystykę (przyjemność z obserwowania owadów w naturalnych ekosystemach, np. motyle (*Lepidoptera*), biedronkowate (*Coccinellidae*);

(2) wartości etyczne i duchowe (duchowe, religijne, estetyczne znaczenie, jakie człowiek przypisuje owadom) ■ uszanowanie działalności owadów i ich funkcji w ekosystemach ■ chęć ochrony gatunków zagrożonych i ich siedlisk ■ religię i obiekt kultu (np. święty żuk egipski skarabeusz (*Scarabaeus*), pszczoła jako symbol faraonów, porównanie cyklu życiowego owadów do życia człowieka (motyl) lub porównania postaw życiowych (ul, rój pszczół);

(3) wartości edukacyjne i inspiracja (ryc. 3) ■ inspiracja dla różnych gałęzi przemysłu (struktura nici jedwabnej inspiracją do tworzenia wytrzymałych lin, taktyka lotu wybranych owadów (np. *Odonata*) inspiracją do udoskonalania sposobu poruszania pojazdów latających) ■ inspiracja dla artystów (malarstwo, sztuka, architektura, rzeźba, muzyka, literatura) ■ powiedzenia i przysłowia ludowe (w tradycji ludów wielu kultur funkcjonują przysłowia i powiedzenia, których inspiracją była działalność owadów).

Ostatnią kategorią świadczeń ekosystemowych są *świadczenia wspierające*. Wśród wielu funkcji, jakie w tej dziedzinie pełnią ekosystemy, działalność owadów przejawia się we wspomaganiu obiegu pierwiastków w przyrodzie (ryc. 4). Rozkładając martwą substancję organiczną przyczyniają do przyspieszenia obiegu materii w ekosystemie (m.in. wzbogacenie gleby w pierwiastki, umożliwienie przyswojenia związków prostych przez rośliny) [na podstawie 7; ujęcie entomologiczne- opracowanie własne].



Ryc. 1. Jadalne owady, jako kategoria świadczeń zasobowych (fot. M. Gargała)

Fig. 1. *Edible insects as a provisioning services* (photo M. Gargała)



Ryc. 2. Owady zapyłające (*Hymenoptera*), jako kategoria świadczeń regulacyjnych (fot. K. Konieczna)

Fig. 2. *Pollinating Hymenoptera as a regulating services* (photo K. Konieczna)



Ryc. 3. Owady, jako inspiracja dla artystów- świadczenia kulturowe (fot. K. Konieczna)

Fig. 3. Insects as a artistic inspiration- cultural servives (photo K. Konieczna)



Ryc. 4. Owady rozkładając materię organiczną przyczyniają się do obiegu pierwiastków w przyrodzie- świadczenie wspierające (fot. K. Konieczna)

Fig. 4. Decaying organic matter contribute to the nutrient cycling – provisioning services (photo K. Konieczna)

V. INTERDYSCYPLINARNE UJĘCIE POWIĄZANIA OWADÓW Z KONCEPCJĄ ŚWIADCZEŃ EKOSYSTEMOWYCH

Zaklasyfikowanie owadów do poszczególnych kategorii świadczeń ekosystemowych pełni funkcję dydaktyczną, nie tylko ze względu na potrzebę zrozumienia znaczenia owadów w ekosystemie i korzyściach, jakie z tego tytułu czerpie społeczeństwo, ale także do głębszego zrozumienia relacji zachodzących w układach biocenotycznych, możliwości ich potencjalnego wykorzystania i uzmysłowienia potrzeby ochrony bioróżnorodności.

Przykładem mogą być propozycje projektów domków dla owadów np. dla pożytecznych błonkówek, skorków i drapieżnych chrząszczy. Tematy te są realizowane w ramach zajęć dydaktycznych prowadzonych na Uniwersytecie Rzeszowskim, na kierunku Architektura Krajobrazu, przez dr inż. Tomasza Olbrychta. Dodatkowo w Katedrze Agroekologii realizowane są również prace inżynierskie, których tematyka obejmuje projekty ogrodów przyjaznych motyłom i owadom pożytecznym.

Ogród przyjazny motyłom, będący nową formą ogrodów żyjących, spełnia założenia ogrodu ekologicznego (biocenotycznego). Tworzenie takich ogrodów na terenach poddawanych silnej działalności człowieka, m.in. w urbicenozach, jest bardzo istotne, także z konserwatorskiego punktu widzenia, gdyż jedną z cech środowisk miejskich jest niezwykle silna antropopresja, która determinuje skład gatunkowy zarówno flory, jak i fauny. Nie można pominąć innych korzyści płynących z posiadania żyjącego ogrodu: spełnia funkcję estetyczną i wypoczynkową (rekreacja), pełni też funkcję edukacyjną, ukazując wiedzę na temat motyli, ich cyklu rozwojowego, związku z roślinami, jak również unaocznia sens ochrony roślin, zwierząt i terenów, na których żyją [9].

Efektywne wdrażanie koncepcji zrównoważonego rozwoju bazuje na umiejętnym i praktycznym łączeniu wiedzy z różnych dziedzin [12], a więc wymaga ujęcia interdyscyplinarnego. Takie ujęcie tej koncepcji uwidacznia się w projektach hodowli owadów na cele paszowe na różnego rodzaju odpadach organicznych. Wykorzystanie owadów, jako źródła pokarmu dla zwierząt udomowionych plasuje się w kategorii świadczeń zaopatrzeniowych [8]. Wykorzystanie w tym celu odpadów organicznych

przyczynia się jednocześnie do ich biologicznej utylizacji. Zatem oprócz oficjalnie ponoszonych korzyści (niwelowanie deficytu białkowego w chowie inwentarza), zyskujemy (niestety nie dla wszystkich widoczną korzyść) naturalną metodę zrównoważonego gospodarowania odpadami organicznymi. W ten sposób wykorzystywane są już od dawna np. dżdżownice w skrzynkach ekologicznych (wermikompostowanie) [12]. Jak podaje Piotrowski [15], zostały już opracowane pilotażowe metody hodowli larw muchówek (*Musca domestica*, *M. autumnalis*, *Protophormia terraenovae*) nie tylko na odpadach organicznych z przemysłu spożywczego, ale też z chowu zwierząt gospodarskich (nawóz, gnojowica), a także ścieków komunalnych.

VI. PODSUMOWANIE

Podążając za rozwijającym się wręcz w geometrycznym tempie postępem technologicznym, a także dokonując nieraz bezmyślnej i agresywnej eksploatacji zasobów naturalnych, przyczyniamy się do ubożenia środowiska przyrodniczego. Podejmując próby ochrony różnorodności biologicznej i umiejętnego korzystania ze świadczeń ekosystemowych, powinniśmy chyba pomyśleć o zmianie hierarchii wartości, które powodują nasze oczekiwania wobec otaczającego nas świata ożywionego. Ukazane w pracy relacje człowiek-owady stanowią zaledwie minimalny ułamek wszystkich zależności biocenotycznych i należy je traktować, jako przyczynek do głębszych przemyśleń na temat naszej koegzystencji z przyrodą, której przecież jesteśmy nierozzerwalnym elementem.

Może warto, zatem przywołać dzieło niemieckiego filozofa, Ericha Fromma [6], który jeden ze swoich esejów opatrzył bardzo wymownym tytułem- *Mieć czy być?*...

VII. LITERATURA

1. Bańkowski A.: Etymologiczny słownik języka polskiego. t. II od L-P. PWN Warszawa. ss. 469. 2000.
2. Biej-Bijenko G. J.: Zarys entomologii. PWRiL Warszawa. ss. 379. 1976.
3. Boczek J.: Owady i człowiek. Wydawnictwo Fundacji Rozwój SGGW Warszawa. ss. 199. 2001.
4. Brückner A.: Słownik etymologiczny języka polskiego. Wiedza Powszechna Warszawa. ss. 805. 1993.
5. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin G.R., Sutton P., van den Belt M.: The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 387. s. 253-260. 1997.
6. Fromm E.: *Mieć czy być?* Rebis Dom Wydawniczy. ss. 300. 1999.
7. Hanson C., Finisdore J., Ranganathan J., Iceland C.: The Corporate Ecosystem Services Review: Guidelines for Identifying Business Risk & Opportunities Arising from Ecosystem Change. World Resources Institute Washington, USA. [dokument elektroniczny: http://pdf.wri.org/corporate_ecosystem_services_review.pdf. 2008. data wejścia 5.11.2013]
8. Insects as a sustainable source of protein for animal feed. [dokument elektroniczny: <http://www.proteinsect.eu>. data wejścia: 13.11.2013].

9. Konieczna K., Czerniakowski Z. W.: Koncepcja ogrodu przyjaznego motyloom. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. 568. s. 57-62. 2011.
10. Kostecka J.: Studium przypadku: jaskółka oknówka *Delichon urbicum* okazją do przemyślenia potrzeby retardacji przekształcania zasobów przyrody i ochrony świadczeń ekosystemów. Problemy Ekorozwoju. 6. 1. s. 139-144. 2011.
11. Kostecka J., Mazur-Pączka A., Jasińska T., Batóg K.: Pojęcie „świadczenia ekosystemowe” i jego rola w edukacji dla zrównoważonego rozwoju (na przykładzie bzu czarnego *Sambucus nigra* L.). Inżynieria i Ochrona Środowiska. 15. 4. s. 405-417. 2012.
12. Kostecka J., Pączka G.: Badanie bioróżnorodności skrzynek ekologicznych jako narzędzie w pracy nauczyciela na rzecz zrównoważonego rozwoju. Zesz. Nauk. Poł.-Wsch. Oddziału PTIE i PTG w Rzeszowie. 6. s. 57-64. 2005.
13. Kozłowski M. W.: Owady Polski. MULTICO Oficyna Wydawnicza Warszawa. ss. 360. 2008.
14. Milenijna Syntetyczna Ocena Ekosystemu (Millenium Ecosystem Assesment Synthesis Report) (MA) [dokument elektroniczny: <http://www.maweb.org.data> wejścia: 13.11.2013].
15. Piotrowski F.: Stawonogi. Sprzymierzeńcy i wrogowie człowieka i zwierząt. PWN Warszawa. ss. 135. 1999.
16. Solon J.: Koncepcja „ecosystem services” i jej zastosowania w badaniach ekologiczno-krajobrazowych. Chmielewski T. J. (red.). Struktura i funkcjonowanie systemów krajobrazowych: meta-analizy, modele, teorie i ich zastosowania. Probl. Ekol. Krajobr. 21. s. 25-44. 2008.
17. Stawicka J., Szymczak-Piątek M., Wieczorek J.: Wybrane zagadnienia ekologiczne. Wydawnictwo SSGW Warszawa. ss. 290. 2010.
18. Wilkaniec B. (red.), Bunalski M., Piekarska-Boniecka H.: Entomologia ogólna I. PWRiL Poznań. ss. 280. 2009.

INSECTS AS A MODEL TO DEFINE ECOSYSTEM SERVICES

Summary

Observed in recent years technological advances, aggressive industrialization and intensification of agriculture, increasingly burden the environment. In order to successfully protect the environment and natural resources, is needed not only a new, eco-friendly technology, but also changing consumer attitudes and sensitizing the public on the effects of impoverishment of ecosystems, and indicate relations between the human-environment. It is important for nature (environment) conservation and rational use of natural resources. The study was based on insects (Insecta) as a model in the deliberations on the issue of ecosystem services.

Key words: insects, ecosystem services, protection of biodiversity

AGNIESZKA OZIMEK,¹ MACIEJ BILEK¹

Wydziałowe Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia Rolniczego
Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego
e-mail: aozimek@o2.pl

UWARUNKOWANIA POTRZEBY PRZETWARZANIA PRODUKTÓW UBOCZNYCH POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO I ODPADÓW TŁUSZCZOWYCH

W pracy przedstawiono charakterystykę wybranych odpadów biodegradowalnych takich jak: odpady pochodzenia zwierzęcego i odpady tłuszczowe. Odpadów tych, ze względu na niektóre właściwości, nie powinno się lub nie wolno stosować bezpośrednio. Poszukuje się więc skutecznych sposobów ich przetwarzania, dających gwarancję otrzymania produktu nie zagrażającemu środowisku i o dobrych walorach jakościowych. Zaproponowano proces kompostowania jako skuteczną metodę recyklingu wymienionych odpadów.

Słowa kluczowe: kompostowanie, mączka mięsno-kostna, odpadowy olej jadalny

I. WSTĘP

Działalność gospodarcza człowieka oraz zwiększająca się konsumpcja powodują wprowadzenie do środowiska, oprócz planowanego produktu, znaczne ilości substancji ubocznych [13]. Każdy nie zagospodarowany i nie mający określonego przeznaczenia produkt (surowiec, materiał, produkt finalny) nabywa miano odpadu [18]. Zgodnie z ustawą o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 [21], odpad to między innymi każda substancja lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do ich pozbycia jest zobowiązany.

Materiały i substancje odpadowe wytwarzane przez człowieka mogą być odpadami o różnej uciążliwości dla otoczenia, ale jednocześnie zasobem i produktem użytecznym, jeśli zostaną zagospodarowane we właściwy sposób [18]. Włączenie do bilansu nawożenia organicznego różnego rodzaju odpadów pochodzenia biologicznego stanowi ważny problem gospodarczy i ekonomiczny. Wiąże się to z potrzebą rozwiązania narastającego nagromadzenia odpadów, które po odpowiednim przetworzeniu mogą być wykorzystane do nawożenia gleb [9].

* Pracę recenzował: prof. dr hab. Michał Kopeć, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Przepisy prawne większości państw rozwiniętych gospodarczo wprowadziły zasady postępowania z odpadami. Główne założenia polegają na: minimalizowaniu ilości wytwarzanych odpadów, maksymalizowaniu ich ponownego wykorzystania i składowaniu tylko tych, które nie nadają się do przetworzenia. Kwestie regulacji prawnych zawartych w przepisach Unii Europejskiej nakładają również na Polskę wiele obowiązków związanych z zagospodarowaniem różnych rodzajów odpadów. W związku z priorytetami polityki odpadowej kompostowanie, powinno być dominującą metodą przy zagospodarowaniu zbędnej masy organicznej [23].

II. ODPADY POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO

Wprowadzenie zakazu skarmiania zwierząt gospodarskich paszami pochodzenia zwierzęcego, spowodowało znaczące zmniejszenie występowania choroby BSE, czyli gąbczastej encefalopatii bydła. Pojawił się jednak poważny problem z zagospodarowaniem ubocznych produktów pochodzenia zwierzęcego, w tym mączek mięsno-kostnych.

Odpady pochodzenia zwierzęcego podlegają rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. [16] określającemu przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego. Rozporządzenie wprowadza podział na 3 kategorie ubocznych produktów zwierzęcych: materiał kategorii 1 – tzw. szczególnego ryzyka (SRM); materiał kategorii 2 – tzw. wysokiego ryzyka (HRM); materiał kategorii 3 – tzw. niskiego ryzyka (LRM). Mączka mięsno-kostna stosowana jako polepszacz glebowy może pochodzić z przetworzenia materiałów kategorii 2 lub 3. Materiał taki może być wykorzystywany jako surowiec w kompostowni lub biogazowni.

Podstawową cechą odpadów pochodzenia zwierzęcego jest duży udział związków organicznych: od 51 do 81%. Odpady te, stanowią poważne zagrożenie dla środowiska i powinny być odpowiednio unieszkodliwiane. Mogą stwarzać zagrożenie zarówno sanitarne jak i odorotwórcze (siarkowodór, aldehydy, amoniak, kwasy organiczne i inne lotne związki zapachowe). Nieodpowiednie składowanie może powodować przenikanie produktów przemiany materii organicznej do gleby oraz wód gruntowych powodując zanieczyszczenie [19].

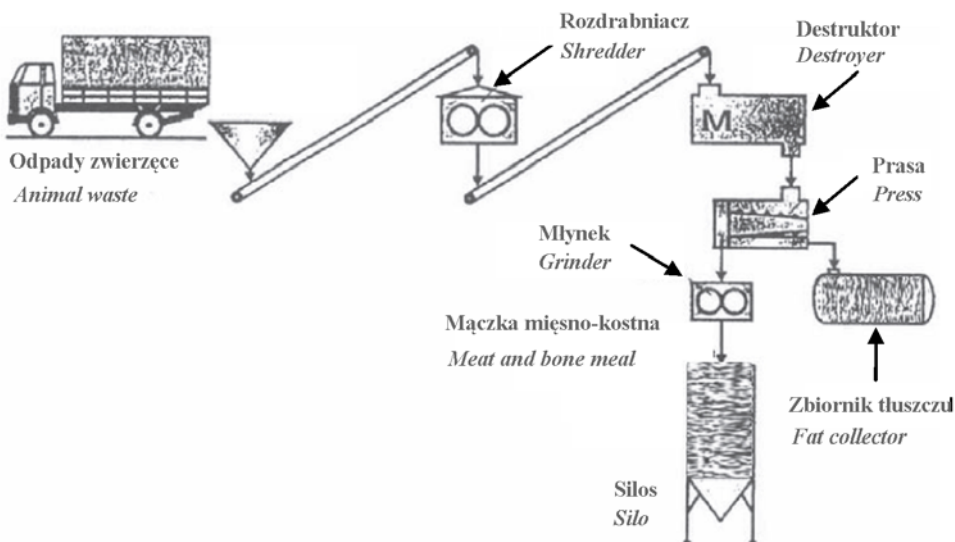
Mączki mięsno-kostne są produktem odpadowym otrzymanym przez ogrzewanie, rozdrobnienie i wysuszenie odpadów produkcji zwierzęcej, z których tłuszcz został częściowo wyekstrahowany lub usunięty fizycznie. Selektywnie można potraktować kopyta, rogi, szczecinę, pióra czy zawartości przewodu pokarmowego [7]. Produkcją mączek zajmują się zakłady utylizujące odpady z ubojni, masarni i innych zakładów przemysłu mięsnego. Mączki zawierają znaczne ilości azotu, fosforu, wapnia oraz inne niezbędne w żywieniu roślin składniki pokarmowe i z reguły małe zawartości metali ciężkich [5]. Cennym składnikiem mączek zwierzęcych jest także substancja organiczna, z której po wprowadzeniu do gleby powstają związki humusowe, ważny i niekwestionowany wskaźnik żyzności i urodzajności gleby.

Działanie nawozowe mączek jest powolne ze względu na to, że składniki pokarmowe zawarte w związkach organicznych dopiero w glebie ulegają rozkładowi do form przyswajalnych przez rośliny. W celu przyspieszenia procesu mineralizacji i przejścia składników pokarmowych w formy przyswajalne, zaleca się poddawanie mączek procesowi kompostowania. Kompostowanie mączek w połączeniu z innymi komponentami jak np. odpady z zieleni miejskiej czy trociny, pomaga zredukować zawarte w nich, często

znaczne ilości tłuszczów. Tłuszcze wprowadzone do gleby i wód mogą wpływać negatywnie na ich samooczyszczanie i gospodarkę wodno-powietrzną [6].

W przypadku kompostowania odpadów pochodzenia zwierzęcego ważna jest kontrola poziomu mikroorganizmów. Ich występowanie jest naturalne i nierozłączne z rozkładem substancji organicznej, zawartej w materiale kompostowanym. Szczególna uwaga powinna być poświęcona organizmom chorobotwórczym [1]. Jak pokazują wyniki badań wymienionych autorów stan sanitarny i parazytologiczny świeżych i dojrzałych kompostów z udziałem odpadów mięsnych nie odbiegał od stanu kompostu złożonego wyłącznie z frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych.

Szeroki zakres korzystnego oddziaływania mączek z materiałów zwierzęcych na glebę, a w konsekwencji na produkcję roślinną, pozwala traktować je jako jeden z ważnych elementów, zwłaszcza w gospodarstwach ze zmniejszoną produkcją nawozów naturalnych [12].



Ryc. 1. Schemat technologiczny linii utylizacyjnej odpadów zwierzęcych [14]
Fig. 1. Technological scheme of utilization line of animal waste [14]

Na rycinie 1 przedstawiono schemat linii utylizacyjnej odpadów pochodzenia zwierzęcego. Zasadniczy proces zachodzi w destruktorze (reaktorze ciśnieniowym), gdzie następuje sterylizacja materiału w temperaturze 133°C i pod ciśnieniem 3 bar, w czasie co najmniej 20 minut. Surowiec z destruktorza jest kierowany do zbiornika pośredniego, a następnie do prasy gdzie jest oddzielany tłuszcz. Następnie materiał zostaje zmielony do uziarnienia poniżej 4 mm [14].

III. ODPADY TŁUSZCZOWE

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 w sprawie katalogu odpadów [15], wyszczególnia odpady tłuszczowe (oleje roślinne, tłuszcze zwierzęce oraz różnego rodzaju spożywcze odpady tłuszczowe) w grupie: 2, 19, 20. W grupie

2 obejmującej między innymi odpady z przetwórstwa żywności znalazły się nieprzydatne do wykorzystania tłuszcze spożywcze (02 06 80). W grupie 19 (odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów z oczyszczalni ścieków oraz uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych) wyszczególniono tłuszcze i mieszaniny olejów z separacji olej/woda, zawierające wyłącznie oleje jadalne i tłuszcze (19 08 09). Jedynie w grupie 20 odpadów komunalnych łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie, znajdują się wymienione wprost oleje i tłuszcze jadalne (20 01 25) [12].

Na rynku recyklingu odpadów tłuszczowych rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje odpadowych olejów i tłuszczów: zużyte oleje z procesów smażenia, powstające w zakładach produkcji środków spożywczych i placówkach gastronomicznych oraz oleje z opróżniania łapaczy tłuszczu w systemach ściekowych zakładów mięsnych i garmazeryjnych, placówkach gastronomicznych i systemach ścieków komunalnych [20].

Odpady tłuszczowe niezależnie od pochodzenia stanowią zagrożenie dla środowiska, gdyż są trudne do utylizacji. Zawierają znaczne ilości nierozpuszczalnych w wodzie związków organicznych (tłuszczu i kwasów tłuszczowych). Odpady te nie nadają się do bezpośredniego stosowania na gruntach ornych. Mają gęstą, mazistą postać uniemożliwiającą rozprószanie. Proces mineralizacji tłuszczów zachodzi powoli, a w jego wyniku często powstają wtórne związki, które mogą toksycznie wpływać na wzrost i rozwój roślin [2,11,13]. Istnieją 3 główne, potencjalne kierunki wykorzystania zużytych tłuszczów: przetwarzanie na biopaliwo, hydroliza i uzyskanie kwasów tłuszczowych oraz kompostowanie [8].

Głównym celem kompostowania odpadów tłuszczowych jest przyspieszenie rozkładu tłuszczów i poprawa właściwości fizycznych tych odpadów. Odpady tłuszczowe charakteryzują się dużą wartością energetyczną. Uważa się, że ich główną rolą jest dostarczanie mikroorganizmom energii, niezbędnej między innymi do humifikowania innego typu związków organicznych [3]. Usyduś i in. [22] kompostując odpady z przemysłu rybnego o znacznej zawartości tłuszczu, z dodatkiem preparatu bakteryjnego, uzyskali zmniejszenie masy początkowej o około 60%. Nastąpiło także zmniejszenie zawartości tłuszczu o ponad 80%, co wskazuje na możliwość kompostowania tego rodzaju odpadów. Redukcję substancji tłuszczowych o 93% w stosunku do wartości początkowej, stwierdzili również Piotrowska-Cyplik i in. [13] w badaniach nad biodegradacją zaolejonej ziemi bielącej.

Ważnym elementem kompostowania odpadów tłuszczowych jest stworzenie struktury umożliwiającej dostęp powietrza, przez dobranie komponentów, w mieszaninie których otrzymana zostanie odpowiednia biodegradacja związków tłuszczowych [10].

W prowadzonych w ostatnich latach badaniach [2,4,13] wykazuje się dużą przydatność kompostowania do utylizacji wielu rodzajów odpadów tłuszczowych jak: odpadowy olej jadalny, osady tłuszczowe, pofiltracyjne kwasy tłuszczowe, wyłoki upraw oleistych czy zaolejona ziemia bieląca. Otrzymane przez Mazura i Malickiego [9] komposty z osadów tłuszczowych i trocin zawierały znaczne zawartości fosforu w stosunku do azotu, a także duże ilości kwasów huminowych i fulwowych. Również wyniki badań nad wyłokami upraw oleistych, prowadzone przez Serramia i in. [17] potwierdzają, że odpady te stanowią cenne źródło materii organicznej. Wprowadzenie odpadów z upraw roślin oleistych jako dodatków do mieszaniny odpadów lignocelulozowych w procesie kompostowania, po zastosowaniu do gleby może przyczynić się do utrzymania lub wzbogacenia jej w materię organiczną.

IV. PODSUMOWANIE

Przemysł utylizacyjny jest jednym z ogniw całego łańcucha produkcji zwierzęcej, przetwórstwa mięsa, jak również przemysłu tłuszczowego. Odpady pochodzenia zwierzęcego oraz odpady tłuszczowe choć trudne do utylizacji, posiadają właściwości wskazujące na możliwość ich przyrodniczego wykorzystania. Warunkiem jest właściwy sposób ich przetworzenia z uwzględnieniem zagrożeń wynikających dla środowiska. Właściwie przeprowadzony proces kompostowania jest odpowiednim sposobem zagospodarowania omówionych odpadów. Jakość kompostu jako produktu końcowego, zależy od wielu czynników, w tym od rodzaju kompostowanych odpadów, warunków procesu i stosowanej technologii kompostowania. Kompost, zależnie od jego jakości, zgodnie z wymogami przedstawionymi we właściwych przepisach, może służyć jako materiał nawozowy, podłoże lub element do rekultywacji terenów zdegradowanych.

V. LITERATURA

1. Anders D., Nowak L.: Ocena procesu kompostowania z udziałem odpadów pochodzenia zwierzęcego. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. 9. s. 35-46. 2008.
2. Arvanitoyannis I.S., Kassaveti A.: Current and potential uses of thermally treated olive oil waste. *International Journal of Food Science & Technology*. 42(7). s. 852-867. 2007.
3. Bekier J., Drozd J., Walenczak K.: Transformacja wybranych substancji hydrofobowych podczas kompostowania odpadów komunalnych. *Roczniki Gleboznawcze*. 3. s. 5-11. 2009.
4. Canet R., Pomares F., Cabot B., Chaves C., Ferrer E., Ribo M., Albiach M.R.: Composting olive mill pomace and other residues from rural southeastern Spain. *Waste Management*. 28. s. 2585-2592. 2008.
5. Górecka H., Sztuder H., Sienkiewicz-Cholewa U.: Ocena przydatności rolniczej produktów nawozowych uzyskanych z utylizacji odpadów z produkcji zwierzęcej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 537. s. 125-133. 2009.
6. Krzywy E., Krzywy J., Izewska A.: Możliwość wykorzystania niektórych odpadów do wzbogacenia gleb w fosfor. *Prace Nauk. AE. we Wrocławiu*. 1017. s. 221-229. 2004.
7. Krzywy E., Łabętowicz J., Red. Baran S.: Przyrodnicze wykorzystanie odpadów. *Podstawy teoretyczne i praktyczne*. PWRiL. ss. 324. 2011.
8. Maniak B., Szmigielski M., Piekarski W., Markowska A.: Physicochemical changes of post-frying sunflower oil. *International Agrophysics*. 23. s. 243-248. 2009.
9. Mazur T., Malicki M.: Przetwarzanie osadów tłuszczowych na komposty. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 409. s. 77-82. 1993.
10. Mazur T., Mazur Z., Wojtas A., Malicki M.: Nawozowa wartość kompostów otrzymanych z osadów i odpadów tłuszczowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 475. s. 341-347. 2001.
11. Mercik S., Stępień W.: Wstępne wyniki nad rolniczym wykorzystaniem odpadów potłuszczonych z rafinacji oleju rzepakowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 493. s. 809-816. 2003.
12. Ozimek A.: Transformacje odpadów biodegradowalnych w procesie kompostowania oraz w wyniku przemian zachodzących w glebie. *Rozprawa doktorska*. ss. 111. 2012.
13. Piotrowska-Cyplik A., Cyplik P., Czarniecki Z.: Biodegradacja odpadów z przemysłu tłuszczowego metodą kompostowania. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich*. 6. s. 171-178. 2009.
14. Rosik-Dulewska C.: *Podstawy gospodarki odpadami*. ss. 360. PWN. 2008.

15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 w sprawie katalogu odpadów. Dz. U. Nr 112 poz. 1206.
16. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 (rozporządzenie o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego). Dz. Urz. UE L 300.
17. Serramia N., Sanchez-Monedero M.A., Roig A., Contin M., De Nobili M.: Changes in soil humic pool after soil application of two-phase olive mill waste compost. *Geoderma*. 192. s. 21-30. 2013.
18. Siuta J.: Odpady czynnikiem degradacji i naprawy środowiska. *Inżynieria Ekologiczna*. 10. s. 37-57. 2005.
19. Sobczak A., Błyszczek E.: Kierunki zagospodarowania produktów ubocznych przemysłu mięsnego. *Czasopismo Techniczne*. 4. s. 141-151. 2009.
20. Syrek H., Weideman A.: Zagospodarowanie odpadowych olejów i tłuszczów jadalnych. *Recykling*. 4. s. 27-29. 2005.
21. Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012. Dz. U. z. 2013 r. poz. 21.
22. Usydus Z., Górecki H., Dobrzański Z., Świerczewska M.: Wykorzystanie płynnych odpadów z przemysłu rybnego do produkcji biokompostu. *Acta Agrophysica*. 1(4). s. 773-778. 2003.
23. Wasiak G., Madej M.: Jakość kompostów polskich w świetle kryteriów Unii europejskiej i innych krajów. *Inżynieria Ekologiczna*. 9. s. 120-130. 2003.

CONDITIONS FOR PROCESSING OF ANIMAL AND FATTY WASTE

Summary

This paper presents characteristics selected, biodegradable waste such as meat and bone meal and waste cooking oil. Those waste, due to unfavorable properties should not or can not be used directly. So looking for effective ways of processing, giving a guarantee of a product of high values of quality and environmentally friendly. Composting process is proposed as an effective method to recycle these wastes.

Key words: composting process, meat and bone meal, waste cooking oil

**GRZEGORZ PĄCZKA, ANNA MAZUR-PĄCZKA,
JOANNA KOSTECKA**

Katedra Biologicznych Podstaw Rolnictwa i Edukacji Środowiskowej

Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego, e-mail: *grzegp@univ.rzeszow.pl*

ZNAJOMOŚĆ POJĘCIA ŚWIADCZENIA EKOSYSTEMÓW ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ROLI DŹDŻOWNIC

Organizmy żywe stanowią podstawę usług ekosystemowych i odpowiadają za różnorodne procesy zachodzące w przyrodzie. Celem pracy było zbadanie znajomości pojęcia świadczenia ekosystemów w kontekście przedstawicieli życia biologicznego gleb, dla wybranych grup studentów. Wykazano, że nawet w grupie edukowanych w tym zakresie, konieczne jest pogłębianie wiedzy o różnorodności organizmów, ich roli oraz zależnościach zachodzących w ekosystemach.

Słowa kluczowe: świadczenia ekosystemów, dżdżownice (Lumbricidae)

I. WSTĘP

Po okresie zainteresowania działaniami ochronnymi w ekosystemach, obecnie obserwujemy spadek aktywności w promocji znaczenia ekosystemów dla dobrostanu człowieka i strategii przetrwania *Homo sapiens*. Szansę na pobudzenie zainteresowania i aktywności w tej tematyce niektórzy edukatorzy wiążą w rozwijaniu wiedzy na temat świadczeń ekosystemowych [5,6,7]. Świadczenia ekosystemów to różnorodne korzyści wynikające z zasobów oraz procesów dostarczanych przez ekosystemy. Współcześnie w literaturze można znaleźć różne definicje pojęcia „świadczenia ekosystemów”; jest to aktualne i stale rozwijające się zagadnienie badawcze [1,9,10]. Zainicjowane przez ONZ czteroletnie badania z udziałem ponad 1300 naukowców z różnych państw, zwane Milenijną Oceną Ekosystemów, doprowadziły do podziału tych świadczeń na cztery główne kategorie. Wyodrębniono świadczenia zasobowe - np. produkcja żywności i wody, regulacyjne - np. kontrola klimatu oraz chorób, wspierające - do których zaliczono m.in. obieg składników odżywczych i zapylenie oraz kulturowe - związane z rekreacją i korzyściami duchowymi [8].

Istotę usług ekosystemowych pełnionych przez różne ekosystemy stanowią zamieszkujące je organizmy. Środowisko glebowe zasiedlają m.in. wirusy, bakterie, protisty, przedstawiciele stawonogów, pierścienic, mięczaków oraz kręgowców. Szacuje się, że „mieszkańcy gleb” mogą stanowić około 23% dotychczas poznanych organizmów [2]. Rola organizmów glebowych zwanych też często „inżynierami ekosystemów” jest

* *Pracę recenzował:* prof. dr hab. Piotr Skubała, Uniwersytet Śląski

często niezauważana i marginalizowana. Bogactwo życia biologicznego odpowiada jednak za prawidłowe funkcje świadczone przez gleby. Organizmy glebowe biorą udział m.in. w rozdrabnianiu i rozkładzie martwej materii organicznej, przez co przyczyniają się do wzbogacania gleby w składniki pokarmowe potrzebne do wzrostu roślin, a te stanowią bazę pokarmową dla ludzi i zwierząt. Odpowiadają za tworzenie gleby oraz poprawiają jej stosunki wodno-powietrzne. Mają zdolność oczyszczania wód przepływających przez glebę oraz bioremediacji. Bogata różnorodność biologiczna wpływa tu także na kontrolę szkodników, gdyż obejmuje liczne gatunki drapieżców, konkurentów czy nawet pasożytów tych szkodników [4].

Celem pracy było sondowanie znajomości pojęcia „świadczenia ekosystemów” w kontekście życia biologicznego gleb, w grupie reprezentowanej przez studentów dwóch kierunków na Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego.

II. MATERIAŁ I METODY

Badanie znajomości pojęcia świadczenia ekosystemów w kontekście życia biologicznego gleb przeprowadzono metodą ankiety kierowanej losowo do 50 studentów rolnictwa oraz 50 studentów kierunku architektura krajobrazu Uniwersytetu Rzeszowskiego. Studenci rolnictwa mieli wcześniej możliwość zapoznać się z tematyką świadczeń ekosystemowych w ramach przedmiotu Biologiczne Podstawy Rolnictwa a także Ochrona Środowiska. Druga grupa badanych miała wcześniej znacznie bardziej ograniczony dydaktyczny kontakt z problematyką świadczeń ekosystemowych.

Ankieta składała się z 15 pytań, w tym 14 zamkniętych i jednego półotwartego. W dwóch pytaniach zakładano dokonanie przez ankietowanych wielokrotnego wyboru. Odpowiedzi respondentów na poniższe pytania umożliwiły weryfikację założeń postawionych dla realizacji celu pracy.

Założenie	Pytania weryfikujące
Ankietowani znają pojęcie świadczenia ekosystemów oraz umieją podać ich podział	1. Czy znasz termin świadczenia ekosystemów? 2. Wybierz prawidłową definicję tego terminu 3. Wybierz prawidłowe i pełne zestawienie kategorii świadczeń ekosystemowych 4. Co jest świadczeniem ekosystemowym? (wielokrotny wybór)
Ankietowani mają świadomość degradacji świadczeń ekosystemowych	5. Czy świadczenia ekosystemów podlegają antropopresji i degradacji? 6. Jaki procent świadczeń ekosystemów uległ degradacji w przeciągu ostatnich pięćdziesięciu lat?
Badani widzą zależność między bioróżnorodnością a świadczeniami ekosystemów	7. Czy organizmy żywe biorą udział w świadczeniach ekosystemów? 8. W jaki sposób świadczenia ekosystemowe zależą od bioróżnorodności? 9. Wybierz prawidłowo ogłoszony przez UNESCO okres trwania Dekady Różnorodności Biologicznej
Respondenci dostrzegają udział dżdżownic w świadczeniach ekosystemów Badani uznają potrzebę ochrony dżdżownic	10. Czy dżdżownice biorą udział w świadczeniach ekosystemów? 11. Ile gatunków dżdżownic występuje w Polsce? 12. Które ogniwo w łańcuchu troficznym stanowią dżdżownice? 13. Z jakim stwierdzeniem odnośnie dżdżownic identyfikujesz się? 14. Czy dżdżownice należy chronić? 15. Z jakim działaniem chroniącym dżdżownice jesteś się w stanie zidentyfikować? (możliwość wielokrotnego wyboru)

Wyniki ankiety opracowano przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Excel i przedstawiono w procentach.

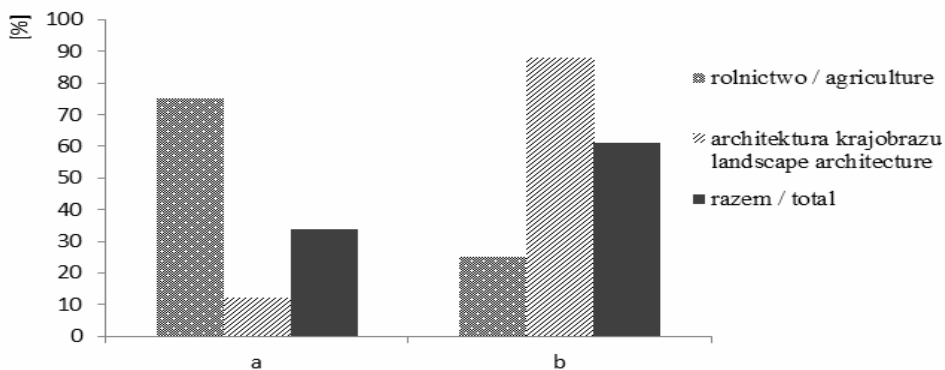
III. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Weryfikując założenie 1: *ankietowani znają pojęcie świadczenia ekosystemów oraz umieją podać ich podział*, stwierdzono, że zaledwie 34% badanych (75% studentów rolnictwa i 12% studentów architektury krajobrazu) deklaruje znajomość tego terminu (rys. 1).

Większość studentów rolnictwa wybierała właściwą definicję (65%) oraz umiała prawidłowo wymienić kategorie świadczeń ekosystemowych (85%), co prawdopodobnie wynikało z aktualnego zapoznawania ich z powyższą tematyką podczas wykładów w ramach przedmiotu Biologiczne Podstawy Rolnictwa.

Na tym tle studenci architektury krajobrazu wypadli nieco gorzej. 45% badanych wskazało poprawnie definicję a 55% grupy świadczeń ekosystemowych.

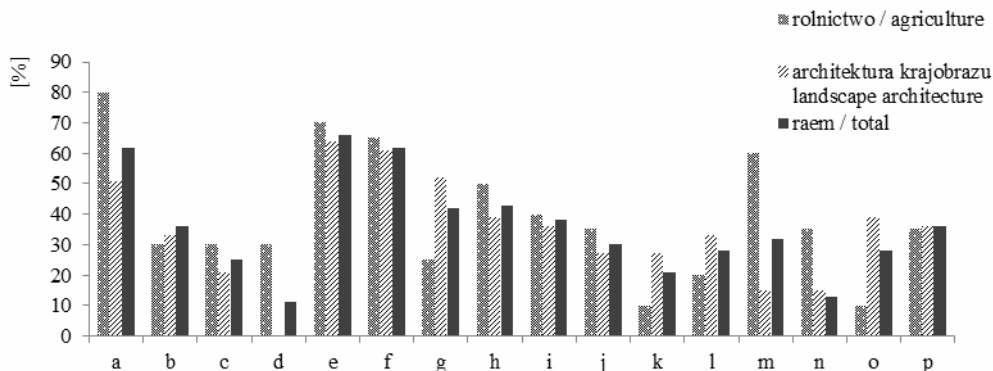
Wśród przedstawionych do wyboru przykładów świadczeń ekosystemowych, badani najczęściej wybierali pokarm i surowce materiałowe (62%), regulację klimatu (66%) oraz utrzymywanie jakości powietrza, wody i gleby (62%) (rys. 2). Są to świadczenia z grupy zasobowych i regulacyjnych. Obecne wyniki nie w pełni pokrywają się z badaniami dorosłych mieszkańców osiedli Nowe Miasto i Baranówka w Rzeszowie, gdzie stwierdzono głównie rozpoznawanie świadczeń zasobowych [5], co mogło wskazywać na przedmiotowe podejście do przyrody i zasobów, które można nieograniczenie zawłaszczać i eksploatować.



a - tak / yes, b - nie / no

Rys. 1. Liczba ankietowanych studentów kierunku rolnictwo i architektura krajobrazu, którzy deklarują znajomość pojęcia świadczenia ekosystemów [%]

Fig. 1. The number of students of agriculture and landscape architecture, who admit the acquaintance of the term ecosystem services [%]



zasobowe / provisioning (a-c): a) pokarm i surowce materiałowe / *food and raw materials*, b) paliwa / *fuel*, c) biochemikalia, leki i farmaceutyki / *biochemicals, medicines and pharmaceuticals*; regulacyjne / regulating (d-l): d) łagodzenie chorób / *mitigation of disease*, e) regulacja klimatu / *climate regulation*, f) utrzymywanie jakości powietrza, wody i gleby / *maintaining the quality of air, water and soil*, g) oczyszczanie wody i ścieków / *water and wastewater treatment*, h) zapylanie roślin / *pollination*, i) obieg składników pokarmowych i wody / *circulation of nutrients and water*, j) sanitacja powietrza / *air sanitation*, k) łagodzenie występowania szkodników / *mitigation of pests*, l) łagodzenie naturalnych zagrożeń / *mitigation of natural hazards*; kulturowe / cultural (m-n): m) rekreacja i turystyka / *recreation and tourism*, n) wartości estetyczne i duchowe / *aesthetic and spiritual values*; wspierające / supporting (o-p): o) tworzenie siedliska / *creating habitat*, p) produkcja pierwotna / *primary production*

Rys. 2. Odpowiedź na pytanie 4: „Co jest świadczeniem ekosystemowym?” (możliwość wielokrotnego wyboru) [%]

Fig. 2. The answer to the questions 4: „What can you recognize as ecosystem services?” (the possibility of multiple choice) [%]

Sprawdzając założenie 2: ankietowani mają świadomość degradacji świadczeń ekosystemowych, wykazano, że ogólnie około 80% z nich zdaje sobie sprawę z faktu, że świadczenia ekosystemowe podlegają antropopresji i degradacji.

Niewielu badanych jednak (23%) zdawało sobie sprawę z powagi sytuacji i faktu zdegradowania w ciągu ostatnich pięćdziesięciu lat aż 60% świadczeń ekosystemów (tab. 1). Ponad połowa respondentów (55%) zaniżyła stopień degradacji ekosystemów o połowę (tab. 1).

Tabela 1 – Table 1

Odpowiedzi na pytanie: Jaki procent świadczeń ekosystemów uległ degradacji w przeciągu ostatnich pięćdziesięciu lat? / Answer to a question: What percent of benefits of ecosystem services have been degraded in the last fifty years?

Badani i ich odpowiedzi [%] Respondents and their answers [%]	Zanikło / Disappeared			
	5%	10%	30%	60%*
Studenci rolnictwa / Students of agriculture	5	10	55	30
Studenci architektury krajobrazu / Students of landscape architecture	0	27	55	18
Razem / Total	2	20	55	23

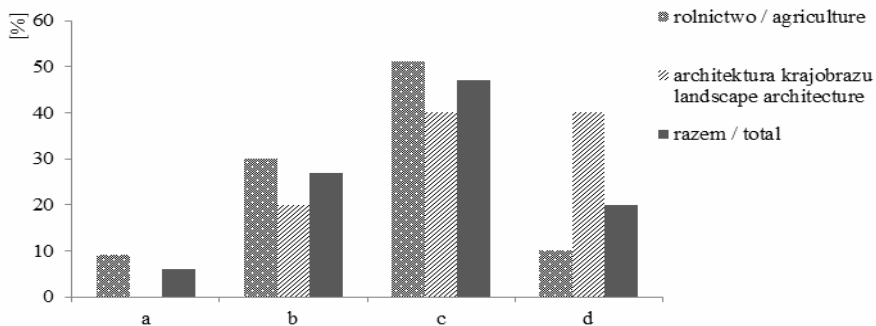
* odpowiedź prawidłowa / proper answer

Testując założenie 3: *badani widzą zależność między bioróżnorodnością a świadczeniami ekosystemów* stwierdzono, że studenci rolnictwa (100%) i architektury krajobrazu (94%) zgodnie odpowiedzieli, że organizmy żywe biorą udział w świadczeniach ekosystemów.

21% ankietowanych sądziło, że świadczenia ekosystemów bezwzględnie (a 47%, że bardzo) zależą od bioróżnorodności. Mniej niż 30% badanych wypowiedziało się za niewielkim stopniem tej zależności (rys. 3).

51% studentów (35% rolnictwa oraz 60% architektury krajobrazu) potrafiło także prawidłowo wybrać ramy czasowe Dekady Różnorodności Biologicznej przypadające na lata 2011-2020.

Prowadzone badania łączą się tematycznie z rozważaniami Kalinowskiej [3], choć na szczęście nie pokrywają się z jej wskazaniem, że termin „różnorodność biologiczna” rozpoznaje mniej niż 20% polskiego społeczeństwa [za 3].



a) nie zależą / *not dependent*, b) zależą w niewielkim stopniu / *depends to a small extent*, c) bardzo zależą / *very dependent*, d) bezwzględnie zależą / *absolutely dependent*

Rys. 3. Odpowiedzi ankietowanych na pytanie 8: „W jaki sposób świadczenia ekosystemów zależą od bioróżnorodności?” [%]

Fig. 3. *The answers to the question 8: „How ecosystem services depend on biodiversity?” [%]*

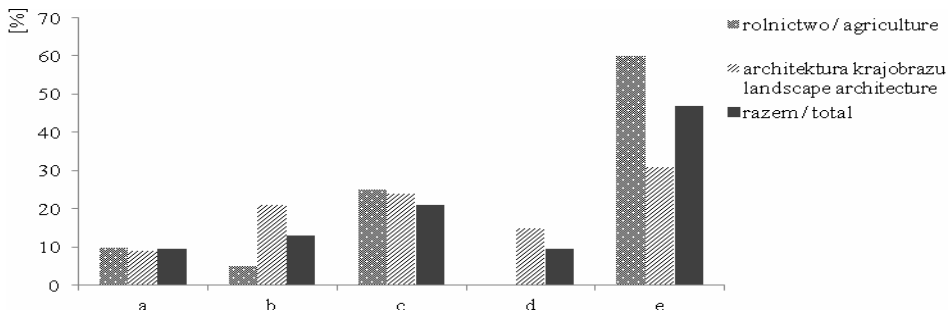
Weryfikując hipotezę 4: *respondenci dostrzegają udział dżdżownic w świadczeniach ekosystemów* stwierdzono, że 59% respondentów (75% rolnictwa i 51% architektury krajobrazu) jest świadomych roli Lumbricidae w przyrodzie, 30% zna liczbę gatunków dżdżownic występujących w kraju, a 79% umie im przyporządkować pozycję jaką zajmują w łańcuchach troficznych.

Wszyscy ankietowani trafnie dostrzegali znaczenie dżdżownic dla prawidłowego funkcjonowania ekosystemów, co można tłumaczyć podejmowaniem problemu przez szkołę podstawową, średnią i szeroko pojętą edukację w ramach prowadzonych zajęć na uniwersytecie.

Sprawdzając hipotezę 5: *badani uznają potrzebę ochrony dżdżownic* wykazano że, u 9,5% respondentów Lumbricidae budzą wstręt, 13% nie lubi ich a dla 21% są obojętne. 9,5% badanych twierdziło, że są to interesujące organizmy i 47% było przekonanych o ich ważnej funkcji w środowisku (rys. 4).

Warto podkreślić, że 77% ankietowanych uznało potrzebę ochrony Lumbricidae. Z ich wypowiedzi wynika, że identyfikują się z prośrodowiskowymi działaniami przyczyniającymi się do ochrony środowiska i życia dżdżownic. 60% respondentów na

działce lub w ogródku unika stosowania chemicznych środków ochrony roślin, 47% regularnie wzbogaca tamtejsze gleby w materię organiczną. Zidentyfikowano nawet 15% grupę wrażliwych badanych, która po deszczu przenosi dżdżownice z chodnika lub jezdni na trawnik. Wykazano też jednak niestety, że niewielu studentów docenia na studiach okazję do wielostronnego rozwijania swoich kompetencji i umiejętności – zaledwie 11% angażuje się osobiście w działania edukacyjne i organizacyjne.



a) budzą we mnie wstręt / they disgust me; b) nie lubię ich / I do not like them; c) są mi obojętne / they are indifferent to me; d) to interesujące organizmy / they are interesting organisms; e) pełnią ważną funkcję w środowisku / they play an important role in the environment

Rys. 4. Liczba studentów rolnictwa i architektury krajobrazu którzy odpowiednio identyfikują się ze stwierdzeniami odnośnie dżdżownic [%]

Fig. 4. The number of respondents from the faculty of agriculture and landscape architecture, who respectively identify with the statements connected with earthworms [%]

IV. PODSUMOWANIE

Usługi świadczone przez ekosystemy stanowią podstawę dobrostanu człowieka oraz warunkują zachowanie życia na ziemi. Jak wykazały badania, nawet w grupie edukowanych w tym zakresie, konieczne jest pogłębianie wiedzy o organizmach żywych, ich roli oraz zależnościach zachodzących w ekosystemach. Podniesienie świadomości ekologicznej oraz wzrost zaangażowania społeczeństwa w rozwiązywanie problemów ekologicznych stanowi szansę na poprawę stanu środowiska, a co za tym idzie wzrost jakości życia człowieka.

V. LITERATURA

1. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R. V., Paruelo J., Raskin R. G., Sutton P., van den Belt M.: The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 387. s. 253-260. 1997.
2. Decaëns T., Jiménez J., Gioia C., Measey G.J., Lavelle P.: The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*. 42. p. 23-38. 2006.
3. Kalinowska A.: Dla trwałości życia - różnorodność biologiczna a dobrostan ludzkości. [Dokument elektroniczny: <http://ucbs.uw.edu.pl/wyklady2010/wyklad-Kalinowska.pdf>, data wejścia: 22.11.2013]. 2010.

4. Komisja Europejska. Fabryka życia. Dlaczego różnorodność biologiczna gleby jest tak istotna? Urząd Publikacji Unii Europejskiej. Luksemburg. [Dokument elektroniczny: http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil_biodiversity_brochure_pl.pdf, data wejścia 13.11.2013]. 2010.
5. Kostecka J.: Ocena akceptacji pojęcia retardacja w świadomości wybranych grup studentów. Zesz. Nauk. Pol-Wsch. Oddziału PTIE i PTG w Rzeszowie. 10. s. 61-69. 2008.
6. Kostecka J.: Edukacyjne znaczenie pojęcia świadczenie ekosystemów dla ochrony awifauny miast. Inżynieria Ekologiczna. 22. s. 34-42. 2010.
7. Kostecka J., Mazur-Pączka A., Jasińska T., Batóg K.: Pojęcie „świadczenia ekosystemowe” i jego rola w edukacji dla zrównoważonego rozwoju (na przykładzie bzu czarnego *Sambucus nigra* L.). Inżynieria i Ochrona Środowiska. 15 (2). s. 405-417. 2012.
8. Milenijna Syntetyczna Ocena Ekosystemu (Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report) (MA). [Dokument elektroniczny: www.maweb.org, data wejścia: 12.11.2013]. 2005.
9. Poskrobko B.: Nowe podejście do bogactwa przyrodniczego jako podstawa retardacji wykorzystania zasobów. [w:] Retardacja materialnego przekształcania zasobów przyrodniczych. Osiągnięcia. Problemy. Perspektywy. J. Kostecka (red.) Biuletyn PAN i KPZK. 242. s. 50-64. 2010.
10. Rosin Z.M., Takacs V., Báldi A., Banaszak-Cibicka W., Dajdok Z., Dolata P.T, Kwieciński Z., Łangowska A., Moroń D., Skórka P., Tobółka M., Tryjanowski P., Wuczyński A.: Koncepcja świadczeń ekosystemowych i jej znaczenie w ochronie przyrody polskiego krajobrazu rolniczego. Chrońmy Przyr. Ojcz. 67. s. 3-20. 2011.

KNOWLEDGE OF THE CONCEPT OF ECOSYSTEM SERVICES WITH SPECIAL REFERENCE TO THE ROLE OF EARTHWORMS

Summary

Living organisms are the basis of ecosystem services and are responsible for a variety of processes occurring in nature. The aim of the study was to investigate the knowledge of the concept of ecosystem benefits in the context of the biology of soils. It has been shown that even among students educated in this field, it is necessary to deepen the knowledge about the diversity of organisms, their roles and relationships in ecosystems.

Key words: ecosystem services, earthworms (Lumbricidae)

BARTOSZ PIECHOWICZ

Zakład Ekotoksykologii, Instytut Biotechnologii Stosowanej i Nauk Podstawowych, Uniwersytet Rzeszowski. e-mail: bpiechow@univ.rzeszow.pl

INTERAKCJA TEMPERATURY Z WYBRANYMI INSEKTYCYDAMI U MĄCZNIKA MŁYNARKA (*TENEBRIO MOLITOR* L.)

*W lipcu 2007 i 2008 r. przeprowadzono badania wpływu temperatury w zakresie 14-39°C na przeżywalność larw *Tenebrio molitor* intoksykowanych środkami ochrony roślin z grup: insektycydów: fosfoorganicznych (diazynon), karbaminianów (pirymikarb), indenooksadiazyn (indoksakarb), pochodnych benzoilomocznika (teflubenzuron), neonikotynoidów (acetamipryd) i pyretroidów (beta-cyflutryna) i akarycydów: chinozalin (fenazachina). Diazynon i indoksakarb wykazały się dodatnim, a beta-cyflutryna ujemnym współczynnikiem temperaturowym. W przypadku pozostałych substancji nie zaobserwowano jednoznacznego wpływu temperatury otoczenia na toksyczność. Temperatura 39°C okazała się być silnym synergetykiem dla wszystkich zastosowanych preparatów.*

Słowa kluczowe: *Tenebrio molitor*, temperatura, synergizm, insektycydy

I. WSTĘP

Temperatura otoczenia wpływa na funkcjonowanie wielu istotnych procesów zachodzących w organizmie owadów i w rezultacie determinuje szybkość ich rozwoju, ilość stadiów rozwojowych, płodność, wielkość, barwę i kształt, aktywność dobową i sezonową, bioróżnorodność, skład chemiczny organizmu, cykl oddechowy, szybkość przebiegu procesów metabolicznych, płynność i efektywność pracy błon biologicznych, efektywność pracy receptorów, aktywność pomp jonowych, czy też behavior związany z mikro- i makromigracją oraz zdobywaniem pokarmu [2,14,3,16,4,27,15,11,20,12,25,21]. Zmiana temperatury wywołuje zatem stres fizjologiczny mogący w znacznym stopniu oddziaływać na organizmy, co w przypadku owadów, jest praktycznie jednoznaczne ze zmianą temperatury ciała, mogącą wpływać również na efektywność siłę działania wielu toksyn środowiskowych, w tym także substancji aktywnych (s. a.) środków ochrony roślin [5,26].

Celem przeprowadzonych badań było ustalenie wpływu temperatury otoczenia na efektywność działania wybranych preparatów biobójczych należących do różnych grup chemicznych u larw mącznika młynarka (*T. molitor*). Dodatkowo zanalizowano, czy

* *Pracę recenzował:* dr hab. prof. UR Zbigniew Czerniakowski, Uniwersytet Rzeszowski

preparaty nie zawsze zalecane do zwalczania owadów będących szkodnikami magazynowymi w zastosowanej dawce okazały się skuteczne w zwalczaniu larw *T. molitor*.

II. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Zakładzie Ekotoksykologii Zamiejscowego Wydziału Biotechnologii Uniwersytetu Rzeszowskiego. Obiekt doświadczeń stanowiły larwy *Tenebrio molitor* L obu płci, o długości ciała 2,0-2,2 cm, pochodzące z hodowli własnej Zakładu Ekotoksykologii UR. Zwierzęta użyte do badań zaaklimatyzowane były do temperatury 29°C i cyklu dobowego L/D:12/12. Łącznie do badań wykorzystano 1152 osobniki.

Przebadano siedem środków ochrony roślin:

1. Diazol 500 EW. Producent: Makhteshim Agan Industries Ltd. Substancja aktywna: diazynon (związek należący do grupy insektycydów fosfoorganicznych) – 500 g w 1 L preparatu. Stężenie środka w cieczy użytkowej: 1 ml/1 L wody. Preparat wycofany ze stosowania w Polsce [28];
2. Pirimor 500 WG. Producent: Syngenta. Substancja aktywna: pirymikarb (związek należący do grupy karbaminianów) – 500 g w 1 kg preparatu. Stężenie środka w cieczy użytkowej: 100 mg/1 L wody. Preparat dopuszczony do stosowania w Polsce [28];
3. Steward 30 WG. Producent: Du Pont de Nemours. Substancja aktywna: indoksakarb (związek należący do grupy indenooksadiazyn) – 300 g w 1 kg preparatu. Stężenie środka w cieczy użytkowej: 2,3 g/1 L wody. Preparat dopuszczony do stosowania w Polsce [28];
4. Nomolt 150 SC. Producent: BASF Agro B.V. Substancja aktywna: teflubenzuron (związek należący do grupy pochodnych benzoilomocznika) – 150 g w 1 L preparatu. Stężenie środka w cieczy użytkowej: 1 ml/1 L wody. Preparat wycofany ze stosowania w Polsce [28];
5. Mospilan 20 SP. Producent: Nippon Soda. Substancja aktywna: acetamipryd (związek należący do grupy neonicotynoidów) – 200 g w 1 kg preparatu. Stężenie środka w cieczy użytkowej: 6,4 g/1 L wody. Preparat dopuszczony do stosowania w Polsce [28];
6. Bulldock 025 EC. Producent: Bayer AG – Niemcy. Substancją aktywną: beta-cyflutryna (związek należący do grupy pyretroidów) – 25 g w 1 L preparatu. Stężenie środka w cieczy użytkowej: 1 ml/1 L wody. Preparat dopuszczony do stosowania w Polsce [28];
7. Magus 200 SC. Producent: Dow AgroSciences Polska Sp. z o.o. Substancja aktywna: fenazachina (związek należący do grupy chinozalin) – 200 g w 1 L preparatu. Stężenie środka w cieczy użytkowej: 667 µl/1 L wody. Preparat dopuszczony do stosowania w Polsce [28].

Warunki prowadzenia badań:

Laboratoryjne badania wpływu temperatury otoczenia na efektywność działania wybranych insektycydów u larw mącznika młynarka (*T. molitor*) przeprowadzono w miesiącu lipcu 2007 i 2008 r. Testy prowadzono w cieplarni Q-cell ERC 0750 w stałej ciemności, przy wilgotności względnej $75 \pm 5\%$, w temperaturach otoczenia przyjętych dla poszczególnych grup zwierząt: 14, 19, 24, 29, 34 i 39°C.

Intoksykację przeprowadzono poprzez indywidualne traktowanie zwierząt roztworami preparatów. Kroplę preparatu (w próbie kontrolnej - wody) o objętości 4 µl za pomocą pipety automatycznej наносzono na brzuszną stronę ciała owada w okolicę obrączki podprzełykowej. Zwierzęta w grupach złożonych z czterech osobników umieszczano

w plastikowych pojemnikach zaopatrzonych w pokarm i wodę, i przenoszono je do ciepłarki o ustalonej wcześniej temperaturze. Każdy test wykonano w sześciu powtórzeniach. Założony czas trwania cyklu pomiarowego wynosił 72 godziny, od momentu kontraktu zwierząt z preparatem.

Uzyskane wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica wersja 10.0. Wykorzystano analizę ANOVA (test Tukeya).

III. OMÓWIENIE WYNIKÓW I Dyskusja

Niezależnie od temperatury otoczenia badanie przeżyło 100% osobników z grupy kontrolnej (Tab. 1). Wszystkie użyte w badaniu preparaty w zastosowanych dawkach okazały się toksyczne dla larw mącznika młynarka (Tab. 1 i 2).

Tabela 1 - Table 1

Przeżywalność larw mącznika młynarka (*T. molitor*) intoksykowanych wybranymi insektycydami w poszczególnych temperaturach otoczenia

*Average survivability of Yellow Mealworm (*T. molitor*) larvae intoxicated by selected insecticides, depending upon the ambient temperature*

Temperatura Temperature		A	B	C	D	E	F	G	H
14°C	średnia (%) mean (%)	75,0	79,2	91,7	87,5	41,7	41,7	100,0	100,0
	błąd std. std. err.	0,4	0,3	0,2	0,3	0,6	0,6	0,0	0,0
19°C	średnia (%) mean (%)	66,7	75,0	91,7	83,3	83,3	50,0	87,5	100,0
	błąd std. std. err.	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,0
24°C	średnia (%) mean (%)	62,5	66,7	75,0	79,2	66,7	58,3	83,3	100,0
	błąd std. std. err.	0,4	0,2	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,0
29°C	średnia (%) mean (%)	54,2	50,0	66,7	87,5	75,0	58,3	58,3	100,0
	błąd std. std. err.	0,4	0,4	0,3	0,2	0,0	0,2	0,4	0,0
34°C	średnia (%) mean (%)	37,5	62,5	58,3	75,0	58,3	83,3	75,0	100,0
	błąd std. std. err.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,0
39°C	średnia (%) mean (%)	12,5	20,8	16,7	54,2	12,5	41,7	16,7	100,0
	błąd std. std. err.	0,2	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4	0,2	0,0

A - diazynon, B - pirymikarb, C - indoksakarb, D - teflubenzuron, E - acetamidryd, F - beta-cyflutryna, G - fenazachina, H – kontrola / A - diazinon, B - pirimicarb, C - indoxacarb, D - teflubenzuron, E - acetamidrid, F - beta-cyfluthrin, G - fenazaquin, H - control

Wraz ze wzrostem temperatury w przypadku owadów traktowanych roztworami zawierającymi diazynon i indoksakarb przeżywalność owadów obniżała się i wyniosła

kolejno 75% 14°C oraz 12% w 39°C i 92% w 14°C oraz 17% w 39°C. Odwrotna sytuacja nastąpiła po zastosowaniu preparatu Bulldock 025 EC, którego działanie wraz ze wzrostem temperatury słabło (42% w 14°C oraz 83% w 34°C). Wyniki te są zgodne z doniesieniami, wedle których substancje fosfoorganiczne i indenoooksadiazyny charakteryzują się dodatnim, natomiast pyretroidy - ujemnym współczynnikiem temperaturowym [26,8]. W pozostałych przypadkach wpływ warunków termicznych nie jest do końca jednoznaczny, przy czym temperatury otoczenia wynoszące 29°C (teflubenzuron, acetamipryd) oraz 34°C (pirymikarb, chinozalina) okazały się dla owadów termoneutralne (Tab. 1 i 3).

Tabela 2 - Table 2

Wykaz różnic statystycznych przeżywalności larw mącznika młynarka (*T. molitor*) intoksykowanych wybranymi insektycydami w odniesieniu do grupy kontrolnej

*The specification of statistical differences of the survivability of Yellow Mealworm (*T. molitor*) larvae, intoxicated by selected insecticides, with reference to the control group*

Temperatura Temperature	A	B	C	D	E	F	G
14°C	-	-	-	-	p<0,001	p<0,001	-
19°C	p<0,05	-	-	-	-	p<0,001	-
24°C	p<0,01	p<0,05	-	-	p<0,05	p<0,001	-
29°C	p<0,001	p<0,001	p<0,05	-	-	p<0,001	p<0,001
34°C	p<0,001	p<0,01	p<0,001	-	p<0,01	-	-
39°C	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,01	p<0,001	p<0,001	p<0,001

A - diazynon, B - pirymikarb, C - indoksakarb, D - teflubenzuron, E - acetamipryd, F - beta-cyflutryna, G - fenazachina / A - diazinon, B - pirimicarb, C - indoxacarb, D - teflubenzuron, E - acetamiprid, F - beta-cyfluthrin, G - fenazaquin

Tabela 3 - Table 3

Wykaz różnic statystycznych przeżywalności larw mącznika młynarka (*T. molitor*) w zależności od zastosowanej temperatury

*The specification of statistical differences in the survivability of Yellow Mealworm (*T. molitor*) larvae, depending upon the temperature applied*

A	B	C	D	E	F	G	H
14-34°C p<0,01; 14-39°C p<0,001; 19-39°C p<0,001; 2C-39°C p<0,001; 29-39°C p<0,001	14-39°C p<0,001; 19-39°C p<0,001; 24-39°C p<0,001; 34-39°C p<0,001	14-34°C p<0,05; 14-39°C p<0,001; 19-34°C p<0,05; 19-39°C p<0,001; 24-39°C p<0,001; 29-39°C p<0,001; 29-39°C p<0,001; 34-39°C p<0,001	-	14-19°C p<0,01; 14-29°C p<0,05; 19-39°C p<0,001; 24-39°C p<0,001; 29-39°C p<0,001; 34-39°C p<0,001	14-34°C p<0,001; 19-39°C p<0,05; 34-39°C p<0,001	14-29°C p<0,001; 14-39°C p<0,001; 19-29°C p<0,05; 19-39°C p<0,001; 24-39°C p<0,001; 29-39°C p<0,001; 29-39°C p<0,001; 34-39°C p<0,001	-

A - diazynon, B - pirymikarb, C - indoksakarb, D - teflubenzuron, E - acetamipryd, F - beta-cyflutryna, G - fenazachina, H - kontrola / A - diazinon, B - pirimicarb, C - indoxacarb, D - teflubenzuron, E - acetamiprid, F - beta-cyfluthrin, G - fenazaquin H - control

Przez cały okres wzrostu zwierzęta trzymane były w insektarium, w którym panowała temperatura 29°C, jest to więc dla nich najprawdopodobniej najmniej stresujące termicznie

środowisko. W przypadku zwierząt cechujących się wzrostem przeżywalności w 34°C można domniemywać, że zastosowane preparaty mogły zmienić punkt nastawczy ośrodka termoregulacyjnego i wywołać gorączkę behawioralną, które to zjawisko jest powszechne u owadów poddanych działaniu ksenobiotyków [6,8,22,23]. Zjawisko zwiększonej przeżywalności zwierząt intoksykowanych środkami ochrony roślin w temperaturze aklimatyzacji (optymalnej) zaobserwowała również w swoich badaniach Tegowska [24].

Temperatura 39°C we wszystkich przypadkach okazała się najsilniejszym synergetykiem zastosowanych środków owadobójczych, w tym również cechujących się ujemnym współczynnikiem temperaturowym pyretroidów (83% w 34°C oraz 42% w 39°C). Wysoka przeżywalność zwierząt kontrolnych i jednocześnie bardzo niska zwierząt intoksykowanych insektycydami pokazuje, że jest to temperatura bliska górnej granicy tolerancji organizmu. Potwierdzają to wyniki współczynnika temperaturowego Q_{10} , których wartość znacznie obniża się wraz ze wzrostem temperatury (Tab. 4).

Tabela 4 - Table 4

Wartość współczynnika Q_{10} przeżywalności larw mącznika młynarka (*T. molitor*) intoksykowanych wybranymi insektycydami w zależności od temperatury otoczenia
*The value of the Q_{10} survivability coefficient of Yellow Mealworm (*T. molitor*) larvae, intoxicated by selected insecticides, depending upon the ambient temperature*

Różnica temperatur <i>Temperature dissimilarity</i>	A	B	C	D	E	F	G	H
14-19°C	0,79	0,90	1,00	0,91	4,00	1,44	0,77	1,00
19-24°C	0,88	0,79	0,67	0,90	0,64	1,36	0,91	1,00
24-29°C	0,75	0,56	0,79	1,22	1,27	1,00	0,49	1,00
29-34°C	0,48	1,56	0,77	0,73	0,60	2,04	1,65	1,00
34-39°C	0,11	0,11	0,08	0,52	0,05	0,25	0,05	1,00
14-24°C	0,83	0,84	0,82	0,90	1,60	1,40	0,83	1,00
19-29°C	0,81	0,67	0,73	1,05	0,90	1,17	0,67	1,00
24-34°C	0,60	0,94	0,78	0,95	0,87	1,43	0,90	1,00
29-39°C	0,23	0,42	0,25	0,62	0,17	0,71	0,29	1,00
14-29°C	0,80	0,74	0,81	1,00	1,48	1,25	0,70	1,00
19-34°C	0,68	0,89	0,74	0,93	0,79	1,41	0,90	1,00
24-39°C	0,34	0,46	0,37	0,78	0,33	0,80	0,34	1,00
14-34°C	0,71	0,89	0,80	0,93	1,18	1,41	0,87	1,00
19-39°C	0,43	0,53	0,43	0,81	0,39	0,91	0,44	1,00
14-39°C	0,49	0,59	0,51	0,83	0,62	1,00	0,49	1,00

A - diazynon, B - pirymikarb, C - indoksakarb, D - teflubenzuron, E - acetamipryd, F - beta-cyflutryna, G - fenazachina, H – kontrola / *A - diazinon, B - pirimicarb, C - indoxacarb, D - teflubenzuron, E - acetamiprid, F - beta-cyfluthrin, G - fenazaquin H - control*

Fakt coraz częstsze nabywania odporności na środki ochrony roślin przez owady [17,18], w tym również przez *T. molitor* [1,10] sprawia, że należy poważnie zastanowić się nad rozszerzeniem palety preparatów stosowanych w celu eliminacji tego szkodnika. Wszystkie użyte w badaniach substancje aktywne w zastosowanej dawce i odpowiednich warunkach termicznych, w tym również zalecane w Polsce do zwalczania roztoczy (fenazachina) i mszyc (pirymikarb), czy też wycofane obecnie z użycia na obszarze Polski, aczkolwiek nadal stosowane w innych częściach świata diazynon i teflubenzuron okazały

się skuteczne w zwalczaniu larw *T. molitor* [29,28,7,19,9,13]. Co ciekawe nawet teflubenzuron będący inhibitorem syntezy chityny, wykazujący się zwykle, ze względu na specyficzny mechanizm działania toksycznego, skutecznością owadobójczą dopiero w dłuższym okresie czasu, w wyższych temperaturach otoczenia już po 72 godzinach od intoksykacji powodował statystycznie istotną redukcję liczby badanych zwierząt (Tab. 1 i 2). Uzyskane wyniki oznaczają, że każdy z użytych w badaniu preparatów mógłby więc być, w odpowiednich warunkach termicznych otoczenia, skutecznym środkiem stosowanym do zwalczania larw mącznika młynarka.

IV. WNIOSKI

1. Badane osobniki mącznika młynarka okazały się podatne na działanie wszystkich zastosowanych w badaniu substancji aktywnych, w tym również zalecanych do zwalczania roztoczy (fenazachina) i mszyc (pirymikarb).
2. Preparaty zawierające diazynon i indoksakarb wykazały się dodatnim współczynnikiem temperaturowym w całym zakresie stosowanych temperatur, a preparat zawierający beta-cyflutrynę cechował się ujemnym współczynnikiem temperaturowym w zakresie temperatur 14-34°C i dodatnim w zakresie temperatur 34-39°C.
3. Preparaty z pirymikarbem, fenazachiną, teflubenzuronem i acetamiprydem nie wykazały się jednoznacznym ukierunkowaniem współczynnika temperaturowego w zastosowanym przedziale temperatur.
4. Temperatura 39°C okazała się silnym synergetykiem wszystkich z zastosowanych preparatów.

V. LITERATURA

1. Adamski Z., Ziemiński K., Fila K., Zikic R. V., Stajn A.: Effects of long-term exposure to fenitrothion on *Spodoptera exigua* and *Tenebrio molitor* larval development and antioxidant enzyme activity. *Biology Letters*. 40(1). s. 43-52. 2003.
2. Bryant S. R., Thomas C. D., Bale J. S.: The influence of thermal ecology on the distribution of three nymphalid butterflies. *Journal of Applied Ecology*. 33. s. 43-55. 2002.
3. Coulson S. J., Hodkinson I. D., Block W., Webb N. R., Wrland M. R.: Low summer temperatures: a potential mortality factor for high arctic soil microarthropods? *Journal of Insect Physiology*. 41(9). s. 783-792. 1995.
4. Cymborowski B.: Temperature-dependent regulatory mechanism of larval development of the wax moth (*Galleria mellonella*). *Acta Biochemica Polonica*. 47(1). s. 215-221. 2000.
5. Gordon Ch. J.: Role of environmental stress in the physiological response to chemical toxicants. *Environmental Research*. 92. s. 1-7. 2003.
6. Grajpel B., Kiełbasiewicz E., Kądzeli W., Wojciechowski M., Piechowicz B., Tęgowska E., Stankiewicz M.: Studies of the effects of a new oxadiazine insecticide on cockroaches. w: *Arthropods Chemical, Physiological and Environmental Aspects*. Uniwersytet Wrocławski. s. 261-265. 2002.
7. Karyab H., Mahvi A. H., Nazmara S., Bahojb A.: Determination of water sources contamination to diazinon and malathion and spatial pollution patterns in Qazvin, Iran. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 90. s. 126-131. 2013.
8. Katkowska M. J., Tęgowska E., Grajpel B., Piechowicz B.: Indoxacarb and the thermoregulatory behaviour of Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say). *Pestycydy*. 4. s. 181-195. 2005.

9. Kim J.-H., Seo J.-S., Moon J.-K., Kim J.-H.: Multi-residue method development of 8 benzoylurea insecticides in mandarin and apple using high performance liquid chromatography and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 56. s. 47-54. 2013.
10. Kostaropoulos I., Papadopoulos A. I., Metaxakis A., Boukouvala E., Papadopoulou-Mourkidou E.: Glutathione S-transferase in the defence against pyrethroids in insects. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 31 s. 313-319. 2001.
11. Overgaard J., Sørensen J. G., Petersen S. O., Loeschcke V., Holmstrup M.: Changes in membrane lipid composition following rapid cold hardening in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Insect Physiology*. 51. s. 1173-1182. 2005.
12. Pierau F.-K., Torrey P., Carpenter D.: Mammalian cold receptor afferents: role of an electrogenic sodium pump in sensory transduction. *Brain Research*. 73. s. 156-160. 1974.
13. Qing X. D., Wu H. L., Nie C. C., Li Y., Yan X. F., Zhang X. H., Yin X. L., Yu R. Q.: HPLC-DAD data coupled with second-order calibration method applied to food analysis: Simultaneous determination of six benzoylurea insecticides in various fruit samples by selecting time region of chromatogram. *Science China Chemistry*. 56. s. 1641-1650. 2013.
14. Ring R. A., Tesar D.: Adaptations to cold in Canadian arctic insect. *Cryobiology*. 18. s. 199-211. 1981.
15. Sanborn A. F., Heath J. E., Heath M. S., Noriega F. G.: Thermoregulation by endogenous heat production in two south American grass dwelling cicadas (*Homoptera: Cicadidae: Proarna*). *Florida Entomologist*. 78(2). s. 319-328. 1995.
16. Saunders D. S., Hong S.-F.: Effect of temperature-steps on circadian locomotor rhythmicity in the blow fly *Calliphora vicina*. *Journal of Insect Physiology*. 46. s. 289-295. 2000.
17. Scharf M. E., Neal J. J., Bennett G. W.: Changes of insecticide resistance levels and detoxication enzymes following insecticide selection in the German cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 59. s. 67-79. 1998.
18. Scott J. G.: Cytochromes P450 and insecticide resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 29. s. 757-777. 1999.
19. Shirvani-Farsani N., Zamani A. A., Abbasi S., Kheradmand S.: Toxicity of three insecticides and tobacco extract against the fungus gnat, *Lycoriella auripila* and the economic injury level of the gnat on button mushroom. *Journal of Pesticide Science*. 86. s. 591-597. 2013.
20. Tatler B., O'Carroll D. C., Laughlin S. B.: Temperature and the temporal resolving power of fly photoreceptors. *Journal of Comparative Physiology A*. 186. s. 399-407. 2000.
21. Tautz J., Mayer S., Groh C., Rössler W., Brockmann A.: Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 100(12). s. 7343-7347. 2003.
22. Tęgowska E., Grajpel B., Stankiewicz M., Piechowicz B., Wojciechowski M., Kądziela W., Olszak R.: Thermoregulatory behaviour of ectotherms and pesticides. w: *Arthropods Chemical, Physiological and Environmental Aspects*. Uniwersytet Wrocławski. s. 255-260. 2002.
23. Tęgowska E., Piechowicz B., Grajpel B.: Influence of ambient temperature on survival rate, thermoregulation and metabolic response of beetle *Geotrupes stercorarius* exposed to pyrethroid and inhibitor of Cytochrome P450. *Pestycydy*. 1. s. 71-81. 2004.

24. Tęgowska E.: Insecticides and thermoregulation in insects. *Pestycydy*. 1-4. s. 47-75. 2003.
25. Troyer H. L., Burks C. S., Lee R. E.: Phenology of cold hardiness in reproductive and migrant monarch butterflies (*Danaus plexippus*) in Southwest Ohio. *Journal of Insect Physiology*. 42. s. 633-642. 1996.
26. Uddin M. A., Ara N.: Temperature effect on the toxicity of six insecticides against red flour beetle, *Tribolium castaneum* (herbst). *Journal of Life and Earth Science*. 1(2). s. 49-52. 2006.
27. Vogt J. T., Appel A. G.: Standard metabolic rate of the fire ant, *Solenopsis invicta* Buren: effect of temperature, mass and caste. *Journal of Insect Physiology*. 45. s. 655-666. 1999.
28. Wyszukiwarka środków ochrony roślin [dokument elektroniczny: <http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin>. data wejścia: 03.12.2013]
29. Zhang X., Starner K., Goh K. S., Gill S.: Analysis of diazinon agricultural use in regions of frequent surface water detections in California, USA. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 88. s. 333-337. 2012.

EFFECT OF TEMPERATURE ON TOXICITY OF SELECTED INSECTICIDES TO YELLOW MEALWORM (*TENEBRIO MOLITOR*)

Summary

*In July 2007 and 2008, research was carried out on the impact of temperature, ranging from 14°C-39°C on the survivability of Yellow Mealworm *Tenebrio molitor* larvae, intoxicated by insecticide preparations from the group of phosphoorganic insecticides (diazinon), carbamate (pirimicarb), quinazolines (fenazaquin), oxadiazine (indoxacarb), benzoyl urea insecticides (teflubenzuron), neonicotinoids (acetamiprid) and pyrethroids (beta-cyfluthrin). The results obtained indicate that diazinon and indoxacarb had a positive temperature coefficient, and beta-cyfluthrin had a negative coefficient. In the case of the remaining preparations, no unambiguous impact of toxicity intensity under the influence of reduced or raised ambient temperature was noticed. The temperature of 39°C proved to be a strong synergiser to all the insecticides used, the pyrethroid preparation included*

Key words: *Tenebrio molitor*, temperature, synergism, insecticide

MARTA PISAREK¹, DOMINIKA SZCZEPANIK², MARTA GARGAŁA³

¹Katedra Agroekologii, ²SKN Rolników „Włościanin”, ³Zakład Architektury Krajobrazu,
Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego, e-mail: mpisarek@univ.rzeszow.pl,
mgargala@univ.rzeszow.pl

ROŚLINNOŚĆ OZDOBNA CMENTARZY GMINY PRUCHNIK NA PODKARPACIU

*Na cmentarzach gminy Pruchnik, zinwentaryzowano 26 taksonów flory naczyniowej należących do grupy roślin ozdobnych z 21 rodzin botanicznych. Najliczniejszą grupę stanowiły rośliny z rodziny Asteraceae, Rosaceae oraz Pinaceae. Najczęściej inwentaryzowano byliny (46%) najliczniej reprezentowane przez *Dendranthema grandiflora*, *Convallaria majalis* oraz *Hemerocallis* ×hybrida. Najbardziej dekoracyjnym elementem roślinności cmentarnej był kwiat. W zależności od pory roku dominowała zróżnicowana kolorystyka: wiosną fioletowa i biała, latem przeważała różowa, natomiast wczesną jesienią żółta, pomarańczowa, czerwona oraz bordowa.*

Słowa kluczowe: roślinność cmentarna, inwentaryzacja, walory dekoracyjne roślin

I. WSTĘP

Cmentarz to sfera sacrum, miejsce spotkania żywych z umarłymi, miejsce w którym przejmują się dziedzictwo i przywołuje pamięć. Idea istnienia takiej przestrzeni jest sztuką samą w sobie, dlatego też cmentarz to swoiste dzieło [3,10]. Dzięki architektonicznym formom nagrobków i przyrodzie, nekropolie tchną mistycyzmem a cmentarze możemy nazwać ogrodami pamięci [8,9]. Występująca tu roślinność stwarza niepowtarzalny nastrój oraz podnosi jego wartości estetyczne [16].

Celem badań była ocena aranżacji roślinnych na nagrobkach cmentarzy gminy Pruchnik pod kątem doboru gatunkowego oraz wartości dekoracyjnych.

II. MATERIAŁ I METODY

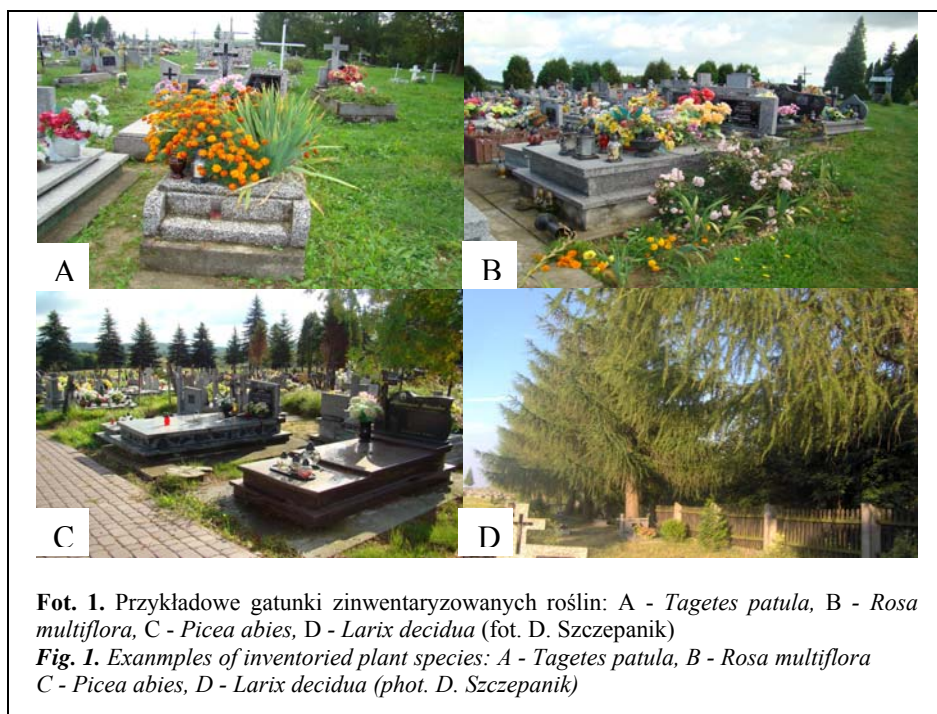
Obserwacje przeprowadzono w 2011 roku. Teren badań obejmował wszystkie rzymsko-katolickie cmentarze gminy Pruchnik (woj. podkarpackie), w miejscowościach: (1) Pruchnik, (2) Jodłówka (cmentarze wpisane w rejestr zabytków nieruchomych), (3 i 4) Rozbórz Okrągły (cmentarz stary i nowy), (5) Kramarzędka i (6) Hawłowice. Obserwacjami objęto

* *Pracę recenzował:* dr hab. inż. Paweł Czarnota, Pracownia Naukowo-Edukacyjna Gorczańskiego Parku Narodowego

florę cmentarną należącą do grupy roślin ozdobnych rosnącą w gruncie. Wykonano dokumentację opisową i fotograficzną w czterech terminach: wiosną, latem, jesienią oraz zimą. Przeprowadzono analizę składu gatunkowego roślin, przynależności do poszczególnych rodzin botanicznych, form trwałości oraz dekoracyjności. Do oznaczenia roślin pomocna była literatura: Chyliński i in. [1], Wielka Encyklopedia Roślin [15], Przewodnik roślin i zwierząt [12]. Na podstawie pracy Lembergera [6] wyróżniono rośliny zalecane na grób i cmentarz.

III. WYNIKI I DYSKUSJA

Na 6 cmentarzach gminy Pruchnik zinventaryzowano łącznie 26 oznaczonych gatunków, należących do 21 rodzin. Najliczniej reprezentowane były rodziny: astrowate (*Asteraceae*) (15%), różowate (*Rosaceae*) oraz sosnowate (*Pinaceae*) (po 8%). Z rodziny *Asteraceae* najczęściej spotykano chryzantemę wielkokwiatową (*Dendranthema grandiflora*) i aksamitkę rozpierzchłą (*Tagetes patula*) (Fot. 1A). Natomiast rodzinę różowate (*Rosaceae*) reprezentowała róża wielokwiatowa (floribunda) (*Rosa multiflora*) (Fot. 1B) oraz poziomka pospolita (*Fragaria vesca*). Z rodziny sosnowate (*Pinaceae*) do najpopularniejszych należały gatunki tj.: świerk pospolity (*Picea abies*) (Fot. 1C) i modrzew europejski (*Larix decidua*) (Fot. 1D).



Jak wynika z danych w Tabeli 1, chryzantema wielkokwiatowa (*Dendranthema grandiflora*) była gatunkiem spotykanym na wszystkich cmentarzach gminy Pruchnik. Roślina ta dużą rolę odgrywa w społeczeństwach Dalekiego Wschodu, gdzie od wieków uważana jest za symbol długowieczności a w Polsce stanowi istotny element dekoracji nagrobku, szczególnie w Dniu Wszystkich Świętych [5]. Na pięciu z badanych cmentarzy występował powszechnie żywotnik

zachodni (*Thuja occidentalis*), uważany przez Majdecką-Strzeżek [9] za gatunek najbardziej dla cmentarzy charakterystyczny.

Tabela 1 – Table 1

Gatunki roślin zinwentaryzowanych w poszczególnych miejscowościach
Plant species inventoried in localities searched

Lp. / No.	Gatunek / Species	Cmentarz / Cemetery					
		1	2	3	4	5	6
1.	<i>Aster amellus*</i>		X				
2.	<i>Begonia sempreflorens*</i>				X	X	X
3.	<i>Buxus sempervirens*</i>	X			X	X	X
4.	<i>Calluna vulgaris*</i>				X		
5.	<i>Canna generadis</i>				X		
6.	<i>Convallaria majalis*</i>		X		X		X
7.	<i>Dendranthema grandiflorum</i>	X	X	X	X	X	X
8.	<i>Dianthus caryophyllus</i>			X			
9.	<i>Dicentra spectabilis*</i>		X				X
10.	<i>Fragaria vesca</i>	X					
11.	<i>Gladiolus hybridus*</i>		X				
12.	<i>Hemerocallis hybrida</i>	X	X		X		
13.	<i>Juniperus squamata*</i>	X			X		
14.	<i>Larix decidua</i>		X				
15.	<i>Lupinus sp.</i>		X	X			
16.	<i>Picea abies</i>			X			
17.	<i>Polypodium vulgare*</i>				X		
18.	<i>Primula pubescens</i>						X
19.	<i>Quercus sp.</i>				X		
20.	<i>Rosa multiflora floribunda*</i>		X				
21.	<i>Tagetes lemmonii</i>		X				
22.	<i>Tagetes patula</i>		X		X		X
23.	<i>Thuja occidentalis</i>	X	X	X	X	X	
24.	<i>Tilia cordata</i>	X	X		X		X
25.	<i>Vinca minor*</i>	X				X	
26.	<i>Viola wittrockiana*</i>				X		
SUMA / SUM		8	13	5	14	5	8

*rośliny polecane na groby i cmentarze za Lembergerem [6], / *plants recommended for graves and cemeteries for Lemberger [6]

Źródło: opracowanie własne / Source: own research

Wśród zinwentaryzowanej roślinności cmentarzy gminy Pruchnik największy udział miały byliny – 46%, następnie krzewy liściaste, drzewa iglaste oraz rośliny jednoroczne (po 11%). Drzewa liściaste i rośliny dwuletnie stanowiły po 8% wszystkich analizowanych gatunków a udział krzewów iglastych nie przekroczył 5%. Czarna [2] na podstawie badań przeprowadzonych w Jarocinie oraz Długozima [4] badając cmentarze w Bieszczadach na Warmii i w Warszawie stwierdziły, że struktura poszczególnych form życiowych roślin rosnących w tych miejscach, może zależeć m.in. od typu i wieku cmentarza. Z danych podanych przez Płoszaj-Witkowską i Leoniak [11] wynika, że na cmentarzu ewangelicko-augsburskim w Mrągowie dominowały drzewa liściaste, a wśród nich lipa drobnolistna (*Tilia cordata*), a gatunkiem towarzyszącym był żywotnik zachodni (*Thuja occidentalis*). W przypadku sytuacji relacjonowanej przez Rydzewską [13] na cmentarzach ewangelickich, obok lipy drobnolistnej

(*Tilia cordata*) licznie występował dąb szypułkowy (*Quercus robur*). Długozima [4] pisze, że drzewa stanowią najważniejszy komponent wypełniający kubaturowo teren cmentarza oraz odgrywają znaczącą rolę w jego kompozycji.

Z badań cmentarzy gminy Pruchnik wynika, że wśród wszystkich stwierdzonych taksonów, 46% stanowiły gatunki polecane przez Lembergera [6] do tego typu miejsc. Były to: aster gawędka (*Aster amellus*), barwinek pospolity (*Vinca minor*), bratek ogrodowy (*Viola wittrockiana*) konwalia majowa (*Convallaria majalis*), mieczyk ogrodowy (*Gladiolus hybridus*), paprotka zwyczajna (*Polypodium vulgare*), serduszka okazała (*Dicentra spectabilis*), begonia stale kwitnąca (*Begonia semperflorens*), bukszpan wiecznie zielony (*Buxus sempervirens*), róża wielokwiatowa (*Rosa multiflora*), wrzos zwyczajny (*Calluna vulgaris*) oraz jałowiec łuskowaty (*Juniperus squamata*) (Tab. 1). Na cmentarzach gminy Pruchnik wystąpił również liliowiec ogrodowy (*Hemerocallis hybrida*), który Czarna [2] zalicza do „trwałych gatunków cmentarnych”.

Majdecka-Strzeżek [9] oraz Tanaś [14] twierdzą, że dawniej o wyborze rośliny do nasadzeń cmentarnych decydowało znaczenie symboliczne gatunku, obecnie zaś jego walory dekoracyjne. Skutkiem tych zmian jest ubożenie składu gatunkowego nasadzeń [7] i postrzeganie przestrzeni cmentarnej jedynie w kategorii estetyki. Jak wynika z Tabeli 2, byliny i krzewy liściaste w gminie Pruchnik najczęściej dobierane są na cmentarz pod kątem walorów estetyki kwiatu, sporadycznie pod kątem pokroju całej rośliny czy liścia.

Tabela 2 – Table 2

Podział roślin odnajdywanych na cmentarzach gminy Pruchnik ze względu na ich dekoracyjność
Groups of plants founded in cemeteries of Pruchnik commune due to their life strategies and decorativeness

A	Gatunek / Species	Dekoracyjność rośliny Decorativeness of plant		
		Liść Leaf	Pokrój rośliny Shape of plant	Kwiat Flower
a	<i>Tagetes Lemmonie</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>Begonia semperflorens</i>	-	-	+
b	<i>Viola wittrockiana</i> , <i>Dianthus caryophyllus</i>	-	-	+
c	<i>Aster amellus</i> , <i>Dendranthema grandiflorum</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Hemerocallis hybrid</i> , <i>Lupinus</i> sp., <i>Gladiolus hybridus</i> , <i>Canna generadis</i> , <i>Primula pubescens</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Dicentra spectabilis</i>	-	-	+
	<i>Vinca minor</i>	-	+	+
	<i>Polypodium vulgare</i>	+	+	
d	<i>Larix decidua</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Thuja occidentalis</i>	+	+	-
e	<i>Tilia cordata</i> , <i>Quercus</i> sp.	+	-	+
	<i>Buxus sempervirens</i>	+	+	+
f	<i>Calluna vulgaris</i>	-	+	+
	<i>Rosa floribunda</i>	-	-	+
g	<i>Juniperus squamata</i>	+	+	-

A – formy życiowe roślin: a - 1-rocza, b - 2 letnie, c - bylina, d - drzewo iglaste, e - drzewo liściaste, f - krzewy liściaste, g - krzewy iglaste / A – forms of plant life: a - annual, b - biennial, c - perennials, d - conifers, e - deciduous trees, f - shrubs, g - conifer
Legenda: element dekoracyjny: dominujący (+), mało istotny (-) / Legend: a decorative element: dominant (+) insignificant (-)

Źródło: opracowanie własne / Source: own elaboration

W grupie roślin jednorocznych i dwuletnich sadzono tylko gatunki posiadające ozdobny kwiat. Pokrój całej rośliny oraz liść był za to ozdobą drzew i krzewów iglastych, gdy o dekoracyjności drzew liściastych decydował liść. Odnajdywane gatunki były dekoracyjne

i stanowiły ciekawe uzupełnienie dla monotoni barw i kształtu płyt nagrobnych. Wybory pojedynczych osób opiekujących się grobami nie uzupełniały się jednak i to sprawiło, że nasadzenia roślin na cmentarzach gminy Pruchnik nie tworzyły spójnej kompozycji przestrzennej.

Paleta barw kwiatów analizowanych roślin była stonowana i zmieniała się w sezonie, co jest zgodne z opisywanymi zasadami doboru roślin do dekoracji grobów [6]. Wiosną w kolorystyce kwitnących roślin przeważała tonacja fioletowa i biała, latem natomiast różowa. Gatunki które kwitły na przełomie lata i jesieni charakteryzowały się głównie żółtym, pomarańczowym, czerwonym oraz bordowym kolorem. Wyniki takiej waloryzacji w analizowanych obiektach przedstawiono w tabeli (Tab. 3).

Tabela 3 - Table 3

Podział bylin, roślin jednorocznych i dwuletnich ze względu na barwę kwiatu i termin kwitnienia
Division of perennials, annual and biennial plants in respect of the flower color and the time of flowering

Lp. No.	Gatunek / <i>Species</i>	Barwa kwiatu / <i>Flower color</i>	Termin kwitnienia <i>Time of flowering</i>
1.	<i>Convallaria majalis</i>	biała / <i>white</i>	Wiosna / <i>Spring</i>
2.	<i>Vinca minor</i>	Fioletowa / <i>violet</i>	
3.	<i>Viola wittrockiana</i>	żółta / <i>yellow</i> , fioletowa / <i>violet</i>	
4.	<i>Primula pubescens</i>	fioletowa / <i>violet</i> , żółta / <i>yellow</i>	
5.	<i>Fragaria vesca</i>	biała / <i>white</i>	
6.	<i>Dicentra spectabilis</i>	różowa / <i>pink</i>	
7.	<i>Aster amellus</i>	fioletowa / <i>violet</i>	Lato / <i>Summer</i>
8.	<i>Dianthus caryophyllus</i>	różowa / <i>pink</i>	
9.	<i>Hemerocallis hybrida</i>	pomarańczowy / <i>orange</i>	
10.	<i>Lupinus</i>	różowa / <i>pink</i>	
11.	<i>Gladiolus hybridus</i>	różowa / <i>pink</i>	
12.	<i>Tagetes lemmonii</i>	żółta / <i>yellow</i>	Lato / <i>Summer</i> Jesień / <i>Autumn</i>
13.	<i>Tagetes patula</i>	pomarańczowo-czerwono-żółty / <i>orange, red and yellow</i>	
14.	<i>Begonia semperflorens</i>	czerwona / <i>red</i> , biała / <i>white</i> , różowa / <i>pink</i>	Jesień / <i>Autumn</i>
15.	<i>Dendranthema grandiflorum</i>	żółta / <i>yellow</i> , bordowa / <i>maroon</i> , biała / <i>white</i> , fioletowa / <i>violet</i>	
16.	<i>Canna generadis</i>	czerwony / <i>red</i> , pomarańczowy / <i>orange</i>	

Źródło: opracowanie własne / *Source: own elaboration*

IV. WNIOSKI

1. Na cmentarzach gminy Pruchnik oznaczono 26 gatunków ozdobnych roślin naczyniowych. Najczęściej spotykano przedstawicieli rodziny *Asteraceae*, *Rosaceae* oraz *Pinaceae*. Wśród odnajdowanej flory przeważały byliny w tym przede wszystkim *Dendranthema grandiflora*.
2. Do dekoracji nagrobków wykorzystywano przede wszystkim rośliny o dekoracyjnych kwiatkach w barwach podkreślających powagę miejsca.

V. LITERATURA

1. Chyliński W., Wachowicz M., Ziółkowska A.: Botanica. Wyd. Konemann. Germany. ss. 1018. 2005.

2. Czarna A.: Flora naczyniowa cmentarzy na terenie Jarocina. Roczn. Akademii Rolniczej w Poznaniu. CCCLXIII. s. 34-45. 2004.
3. Długozima A.: Cmentarz a sztuka. W: Rylke J. Krajobraz XXI wieku. Sztuka krajobrazu i w krajobrazie na tle przemian w sztuce przełomu XX i XXI w. Wyd. Sztuka Ogrodu. Sztuka Krajobrazu. Warszawa. ss. 321. 2011.
4. Długozima A.: Cmentarze jako ogrody żywych i umarłych. Seria Wydawnicza Doktoraty Katedry Sztuki Krajobrazu SGGW. Warszawa. ss. 271. 2011.
5. Jabłońska L., Sobczak W.: Rynek chryzantem w Polsce w okresie święta Wszystkich Świętych. Roczn. Nauk Roln. Seria G. T. 98. nr 4. s. 65-76. 2011.
6. Lemberger B.: Dekoracja i pielęgnacja nagrobków. Wyd. KDC. Warszawa. ss. 128. 2006.
7. Łaguna W.: Architektura cmentarzy jako zapomniane sacrum. Teki Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr. – OL PAN. s. 82-93. 2007.
8. Łakomy K.: Ogrody Pamięci w sztuce ogrodowej i architekturze krajobrazu. Czasopismo Techniczne PK. 2-A. 7. s. 7-17. 2012.
9. Majdecka-Strzeżek A.: Historyczne cmentarze ogrody pamięci jako wyróżniki krajobrazu kulturowego. Czasopismo Techniczne PK. 2-A. 7. s. 71-75. 2012.
10. Olej-Kobus A., Kobus K., Rębas M.: Nekropolie. Zabytkowe cmentarze kulturowej Polski. Wyd. Carta Blanca. Warszawa. ss. 176. 2009.
11. Płoszaj-Witkowska B., Leoniak W.: Analiza drzewostanu cmentarza ewangelicko-augsburskiego w Mrągowie. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 551. s. 255-262. 2010.
12. Przewodnik roślin i zwierząt. Wyd. Multico. Warszawa. ss. 454. 1997.
13. Rydzewska A.: Analiza dendroflory zabytkowych cmentarzy ewangelickich północnej części województwa wielkopolskiego. Teki kom. Arch. Urb. Stud. Krajobraz-OL. PAN. s. 172-182. 2008.
14. Tanaś S.: Przestrzeń turystyczna cmentarzy. Wstęp do tanatoturystyki. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego. Łódź. ss. 215. 2008.
15. Wielka Encyklopedia Roślin. Wyd. Muza. Warszawa. ss. 640. 2005.
16. Zieleń cmentarna. Cmentarze – grody umarłych. [dokument elektroniczny. http://szsk.sggw.pl/?Sekcja_Sztuki_Sepulkralnej:MSTiR_prace_in%BFynierskie:Ziele%FI_cmentarna&retrieve=1229369191171. data wejścia 15.04.2012]

DECORATIVE FLORA OF CEMETERIES IN PRUCHNIK COMMUNE IN THE PODKARPACIE REGION

Summary

*26 taxa of decorative flora belonging to 21 botanical families have been found in the cemeteries in the Pruchnik district (SE Poland). Representatives of the family Asteraceae, Rosaceae and Pinaceae were most frequently cultivated. Most common were: *Dendranthema grandiflora*, *Convallaria majalis* and *Hemerocallis x hybrida*. Perennials consisted 46% of all inventoried plants. Flowering plants were most decorative. Depending on the season purple and white flower color dominated in spring, in summer prevailed pink, and early autumn, yellow, orange, red and burgundy colors.*

Key words: cemetery vegetation, inventory of decorative qualities of plants

PRZEMYSŁAW SZWAJKOWSKI¹, AGNIESZKA GRACLIK², KRZYSZTOF KASPRZAK¹

¹ Katedra Turystyki Wiejskiej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu,
e-mail: przemek.szwajkowski@wp.pl; kasprzakjk@poczta.onet.pl

² Instytut Zoologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, e-mail: aga.graclik@gmail.com

BEHAVIOR GARBACZA HEŁMIASTEGO *STEATOCRANUS CASUARIUS* POLL, 1939 W ZASIEDLONYM AKWARIUM

*W artykule przedstawiono wyniki dotyczące obserwacji kongijskiego gatunku ryby pielęgnicowatej – garbacza hełmiastego *Steatocranus casuarius* w relacji z innymi gatunkami zwierząt zamieszkującymi akwarium. Obserwowano zachowanie tych ryb względem krewetek z rodzajów *Neocaridina* i *Atya*, oraz ryb z rodzajów: *Tropheus*, *Cyphotilapia*, *Ancistrus*, *Synodontis*, *Poecilia* a także wewnątrzgatunkowo. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość koegzystencji garbacza z większymi rybami pielęgnicowatymi o łagodnym usposobieniu, krewetkami o krepej budowie, sumami, a także drobniejszymi rybami pelagicznymi.*

Słowa kluczowe: ryby pielęgnicowate, garbacz hełmiasty, akwarystyka

I. WSTĘP

Kształująca wiedzę przyrodniczą młodzieży Olimpiada Biologiczna ma szereg wymagań. Należy do nich między innymi przygotowanie olimpijskiej pracy badawczej. Młodzież stale poszukuje nie tylko aktualnych i ciekawych tematów badań, ale również odpowiednio opisanych metodycznie. Inspiracji do badań mogą dostarczać np. bezkręgowce [4,6,7]. Zgodnie z prawem i regulaminem olimpiady, nie wymagające pozwolenia Komisji Etycznej badania nad kręgowcami muszą być badaniami bezinwazyjnymi. Do takich mogą należeć badania behawioralne.

Garbacz hełmiasty *Steatocranus casuarius* Poll, 1939 jest rybą spotykaną w chowie amatorskim. Należy on do ryb pielęgnicowatych *Cichlidae* i z racji nieznacznych rozmiarów (samiec dorasta do 12 cm, samica do 9 cm [3]) stanowi alternatywę dla większych pielęgnic Afryki i Ameryki Południowej, ponieważ nie wymaga dużego zbiornika akwariowego. Akwarium dla garbacza powinno mieć minimalną objętość 100 dm³ i długość przynajmniej 100 cm, przy jak największej powierzchni dna. W środowisku naturalnym garbacz hełmiasty zasiedla dolny bieg rzeki Kongo w Afryce [9]. Ryba ta odznacza się charakterystycznym wyglądem – samce posiadają dobrze widoczny guz tłuszczowy na szczycie głowy. Innym wartym uwagi aspektem anatomicznym jest słabo rozwinięty pęcherz pławny. Cecha ta wymusza specyficzny sposób poruszania się, ryba „przeskakuje” z miejsca na miejsce,

* *Pracę recenzowała:* prof. dr hab. Maria Rościszewska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

pozostając niemal przez cały czas w kontakcie z podłożem. Garbacze zasiedlają strefę przydenną, chowając się w kryjówkach między kamieniami. Uważa się, że nie niszczą roślinności, jednak mogą przekopywać podłoże przystępując do tarła. Dymorfizm płciowy przejawia się przede wszystkim obecnością guza na głowie u samca, ale także wielkością (samiec jest większy od samicy). Ryby te znane są również z tego, że dobierają się w pary na całe życie. Ich pokarm w środowisku naturalnym stanowią głównie algi. W akwariach przyjmują pokarmy wszelkiego rodzaju (tak roślinne jak i zwierzęce). Warunki dogodne dla tych ryb to temperatura na poziomie 24-28°C oraz pH w przedziale 6,5-7,5 [8].

Garbacz hełmiasty posiada opinię pielęgnicy stosunkowo agresywnej w stosunku do innych zwierząt zasiedlających zajmowany przez niego zbiornik. Przejawia się to przede wszystkim w przeganianiu, odstraszeniu, „taranowaniu” guzem czołowym (Ryc. 1), uszkodzeniu płetw i łusek a nawet zjadaniu innych mieszkańców zbiornika akwariowego.

Celem obecnie opisanych badań, metodycznie przydatnych dla olimpijczyków, była obserwacja preferencji rodzaju kryjówek oraz wyborów zachowań garbaczy hełmiastych w zależności od wielkości zbiornika oraz rodzaju zwierząt, z którymi były utrzymywane.

II. MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano ryby z gatunku garbacz hełmiasty *Steatocranus casuarius* (Ryc. 1) utrzymywane w sztucznych zbiornikach akwariowych o wymaganym dla gatunku wystroju. Dla realizacji celu badań zastosowano 3 typy kryjówek ceramicznych: (a) stożki poziome o średnicy wlotu 35 mm, (b) doniczki odwrócone dnem do góry z otworem w bocznej ścianie o wymiarach 40 x 40 mm. Stworzono także miejsca dogodne do ukrycia z naturalnego materiału (wapienia muszlowego) oraz korzeni mangrowca i ich fragmentów (c) (Tab. 1).



Rys. 1. Samiec garbacza hełmiastego *Steatocranus casuarius* o ciemniejszym niż typowe zabarwieniu (posiadający samicę z którą dobrał się w parę) (fot. P. Szwajkowski)

Fig. 1. Lion-headed cichlid male *Steatocranus casuarius* showing darker colouration than normally (assorted with a female) (phot. P. Szwajkowski)

Obserwacje prowadzono w wielokrotnym powtórzeniu. Jako podłoże służyła warstwa żwiru drobnego o grubości 7 cm. We wszystkich basenach z rybami stosowano filtrację zewnętrzną za pomocą filtrów kubelkowych firmy Eheim, napowietrzacz firmy Tetra oraz

lipowe kostki napowietrzające firmy Zolux. Wszystkie akwaria doświetlano promiennikami halogenowymi o mocy 300W. Zastosowano akwaria o zróżnicowanym litrażu (100, 500 i 1000 dm³). Obserwacjami objęto ryby dorosłe w wieku 1,5 roku.

Garbacze helmiaste umieszczano w akwariach o pojemności 100, 500 i 1000 dm³ wraz z innymi zwierzętami powszechnie utrzymywanymi w akwariach, celem obserwacji wzajemnych interakcji. Obserwowano zarówno wybieranie kryjówek jaki i ich zachowania względem kilku grup zwierząt: krewetek z rodziny *Atyidae* (*Neocaridina sp.* oraz *Atya sp.*), afrykańskich ryb pielęgnicowatych z rodzaju *Tropheus* i *Cyphotilapia*, ryb z rzędu sumokształtnych *Siluriformes*: rodzaje *Ancistrus* i *Synodontis*, ryb piękniczkowatych *Poeciliidae* z rodzaju *Poecilia*, oraz innych osobników garbaczy helmiastych.

Tabela 1 - Table 1

Schemat doświadczenia; zróżnicowanie warunków badania i cele badań

The experimental design; research conditions differentiation and aims of research

Pojemność zbiornika <i>Tank capacity</i> [dm ³]	Zróżnicowanie kryjówek <i>Differentiation of hideouts</i>			Badanie wyborów kryjówek* <i>Study of hideouts choice*</i>	Zestawianie grup behawioralnych jak w tabeli 2 <i>Compilation of behavioral features groups as in Table 2</i>
100	a	b	c	Osobniki <i>S. casuarius</i> dobierające się w pary <i>Individuals coupled in pairs</i>	<i>Steatocranus casuarius</i> oraz / and <i>Neocaridina; Atya; Tropheus; Cyphotilapia; Ancistrus; Synodontis</i>
500	a	b	c		
1000	a	b	c		

a,b,c – cechy kryjówek opisane w metodyce / a,b,c – *hiding features described in the methodology*

* prowadzono obserwację wyboru kryjówek przez osobniki garbaczy dobierające się w pary / *choice of shelter were monitored in paired lionhead cichlid individuals*

Afrykańskie ryby pielęgnicowate wybrano z uwagi na ich pochodzenia i częste prezentowanie w zbiornikach ekspozycyjnych wraz z garbaczami helmiastymi. Krewetki ujęto w badaniu pod kątem oceny zachowań garbaczy względem zwierząt bezkręgowych często utrzymywanych w akwariach (wybrano przedstawicieli zarówno małych gatunków glonożernych jak i dużych krewetek filtrujących). Z kolei ryby z rodzaju *Synodontis* zasiedlają podobny do garbacza biotop w środowisku naturalnym. Popularny od lat w akwariach rodzaj *Ancistrus* jest utrzymywany we wszelkiego rodzaju zbiornikach akwariowych jako ryba „sanitarna” zjadająca resztki pokarmu. Podobnie ryby piękniczkowate ujęto w niniejszym opracowaniu z uwagi na ich bardzo duże rozpowszechnienie w hodowli amatorskiej i nieznaczące rozmiary (u wielu gatunków znacznie mniejsze niż w przypadku garbacza helmiastego). Wszystkie obserwacje prowadzono w już założonych akwariach wystawowych placówki trudniącej się między innymi ekspozycją ryb akwariowych.

III. WYNIKI

Jak wykazały badania, w okresie godów pary garbaczy wybierały głównie kryjówki typu „a” – stożki poziome o średnicy wlotu 35 mm. W początkowym okresie po zasiedleniu zbiornika, ryby eksplorowały całą powierzchnię dna, lecz ostatecznie po dobraniu się w pary zasiedlały właśnie ceramiczne kryjówki o układzie poziomym.

Wyniki dotyczące zachowań garbaczy helmiastych w zależności od wielkości zbiornika oraz rodzaju ryb z którym są utrzymywane przedstawia tabela (Tab. 2).

Odstraszanie innych zwierząt przez garbacze polegało na szybszym niż normalne poruszanie się odpływaniu od zasiedlanej kryjówki w kierunku intruza i rozchylaniu pokryw skrzelowych. Konkurencja o kryjówki trwała do momentu w którym jeden z antagonistów nie ustąpił.

Konkurowanie o pokarm można było zaobserwować w trakcie gdy podany pokarm opadał na dno zbiornika i sprowadzało się ono do wzajemnego przepychania, względnie odstraszenia. Przejawem terytorializmu było bronienie (głównie przez odstraszenie) określonego terenu – w przypadku zbiorników o objętości 100 dm³, przede wszystkim samej kryjówki, natomiast w odniesieniu do zbiorników o większej objętości; obszaru o promieniu około 30-40 cm.

Tabela 2 - Table 2

Zachowania garbacza helmiastego *Steatocranus casuarius* względem innych zwierząt utrzymywanych w tym samym zbiorniku / Behavior of lionhead cichlid *Steatocranus casuarius* with respect to other animals inhabiting the same tank

Wielkość akwarium <i>Aquarium size</i> [dm ³]	Fauna towarzysząca <i>Associated fauna</i> rodzaj / genus	Zachowanie osobników <i>Steatocranus casuarius</i> <i>Behavior of Steatocranus casuarius</i>
100	<i>Neocaridina</i>	Odstraszanie a nawet pożeranie napotkanych osobników niezależnie od odległości od zasiedlanej kryjówki. Zachowania takie są najsilniej zaznaczone u samców bez pary / <i>Deterrence and occasionally devouring encountered individuals regardless of the distance from inhabited hideout. These behaviors are mostly seen in unpaired males</i>
500		Odstraszanie w promieniu 30 cm od zasiedlanej kryjówki / <i>Deterrence in a radius of 30 cm from the inhabited hideout</i>
1000		Odstraszanie losowo napotkanych krewetek w promieniu 30-40 cm od zasiedlanej kryjówki / <i>Deterrence randomly encountered shrimp in a radius of 30-40 cm from the inhabited hideout</i>
100	<i>Atya</i>	Konkurencja o pokarm stały opadający na dno, bez agresji / <i>Competition for solid food falling to the bottom, without aggression</i>
500		Brak interakcji o charakterze antagonistycznym / <i>No antagonistic interaction</i>
1000		Brak interakcji o charakterze antagonistycznym / <i>No antagonistic interaction</i>
100	<i>Tropheus</i>	Odstraszanie, konkurencja o terytorium, zwłaszcza w przypadku pojedynczych samców / <i>Deterrence, competition for territory, especially in the case of single males</i>
500		Odstraszanie w promieniu około 30 cm od zasiedlanej kryjówki / <i>Deterrence in a radius of 30 cm from the inhabited hideout</i>
1000		Brak jednoznacznych interakcji / <i>Lack of clear interaction</i>
100	<i>Cyphotilapia</i>	Brak interakcji o charakterze antagonistycznym / <i>No antagonistic interaction</i>
500		Brak interakcji o charakterze antagonistycznym / <i>No antagonistic interaction</i>
1000		Brak interakcji o charakterze antagonistycznym / <i>No antagonistic interaction</i>
100	<i>Ancistrus</i>	Odstraszanie, konkurencja o kryjówki i pokarm opadający na dno / <i>Deterrence, competition for hideout and food falling to the bottom</i>
500		Odstraszanie, konkurencja o kryjówki / <i>Deterrence, competition for hideout</i>
1000		Brak jednoznacznych interakcji / <i>No observable interaction.</i>
100	<i>Synodontis</i>	Odstraszanie, konkurencja o kryjówki / <i>Deterrence, competition for hideout</i>
500		Brak jednoznacznych interakcji / <i>No antagonistic interaction</i>
1000		Brak jednoznacznych interakcji / <i>No antagonistic interaction</i>
100	<i>Poecilia</i>	Brak interakcji o charakterze antagonistycznym, bez względu na wielkość / <i>No antagonistic interaction, regardless of the size</i>
500		Brak interakcji o charakterze antagonistycznym, bez względu na wielkość / <i>No antagonistic interaction, regardless of the size</i>
1000		Brak interakcji o charakterze antagonistycznym, bez względu na wielkość / <i>No antagonistic interaction, regardless of the size</i>
100	<i>Steatocranus casuarius</i>	Silnie zaznaczony terytorializm, odstraszanie osobników bez pary. Dobrane pary nie naruszają wzajemnie swoich terytoriów, niezależnie od dostępności pokarmu. Zmiana ocienia ciała na ciemniejszy przez samce posiadające partnerki / <i>Heavily marked territorialism, deter unpaired individuals. Matched pairs do not affect each other's territories, regardless of the food availability. Colour change on darker tone in mated males</i>

500		Terytorializm widoczny. Sporadyczne naruszanie terytoriów na obszarze ok. 30 cm w promieniu od zasiedlanej kryjówki w porze karmienia. Zmiana odcienia ciała na ciemniejszy przez samce posiadające partnerki <i>Territorialism is observable. Occasional violations of territories in the area of approximately 30 cm in radius from inhabited hideout at feeding time. Colour change on darker tone in mated males</i>
1000		Terytorializm widoczny. Sporadyczne naruszanie terytoriów na obszarze ok. 30-40 cm w promieniu od zasiedlanej kryjówki niezależnie od pory karmienia. Zmiana ocienia ciała na ciemniejszy przez samce posiadające partnerki, słabiej widoczna niż w mniejszych zbiornikach / <i>Territorialism is observable. Occasional violations of territories in the area of approximately 30-40 cm in radius from inhabited hideout regardless of the time of feeding. Colour change on darker tone in mated males is less visible than in smaller tanks</i>

IV. DYSKUSJA

Praca miała na celu ukazanie interakcji pomiędzy garbaczem helmiastym *Steatocranus casuarius*, a innymi mieszkańcami akwarium, występującymi powszechnie w chowie amatorskim. Biorąc pod uwagę wyniki niewątpliwie należy podkreślić stosunkowo silnie zaznaczony terytorializm u tego gatunku. Bardzo ważnym czynnikiem jest tutaj dobieranie odpowiednich kryjówek, w szczególności w przypadku pary. To właśnie w odniesieniu do kryjówek można obserwować liczne zachowania antagonistyczne, które w zależności od wielkości zbiornika odnoszą się do jej bezpośredniego otoczenia lub także do obszaru w promieniu około 30 cm [4]. Relacja garbacza za zwierzętami zasiedlającymi dolną warstwę zbiornika może mieć wrogi charakter, jeżeli próbują one zasiedlać ten sam typ kryjówek (jak na przykład rodzaj *Ancistrus*, który również w czasie żerowania bywa niepokojony przez garbacza, co może wpływać na tempo jego wzrostu i ogólną kondycję). Zależności tej nie obserwuje się już w przypadku kolejnych badanych ryb sumokształtnych – rodzaj *Synodontis* preferuje inne kryjówki, jak większe fragmenty korzeni czy duże kamienie oraz żeruje nocą, nie wchodząc bezpośrednio w relację z garbaczem helmiastym. Drobne bezkręgowce (krewetki z rodzaju *Neocaridina*) z pewnością nie będą dobrym towarzystwem dla garbacza. Mimo podobnych upodobań względem kryjówek, rodzaj *Atya* znacznie lepiej funkcjonuje w towarzystwie przydednych pielęgnic, najpewniej z uwagi na swoje rozmiary (powyżej 5 cm). Relacje garbaczy względem ryb pielęgnicowatych, podobnej wielkości (jak na przykład ryby z rodzaju *Tropheus*), zasiedlających bental bądź częściowo pelagial, kryjących się między kamieniami na dnie mogą być napięte w mniejszym zbiorniku małej wielkości i średnim. Znacznie lepiej relacje te kształtują się w odniesieniu do pielęgnic wyraźnie przewyższających garbacza rozmiarami, ale o łagodnym usposobieniu (rodzaj *Cyphotilapia*).

Niewątpliwą ciekawostką stanowi fakt iż *Steatocranus casuarius* w zasadzie całkowicie ignoruje mniejsze ryby pelagiczne. W przeprowadzonych obserwacjach nie stwierdzono żadnego negatywnego wpływu na populacje ryb piękniczkowatych z rodzaju *Poecilia*, zarówno w odniesieniu do egzemplarzy dorosłych, jak i do kilkumilimetrowego narybku [2]. Ciekawe wydają się tutaj relacje wewnątrzgatunkowe garbaczy. Sama zmiana odcienia przez samca daje istotną informację na temat jego statusu (posiadania partnerki) oraz dominacji na określonym terytorium (w obrębie danej kryjówki) [1]. Pośród dobranych par, pilnujących zajętych terytoriów, pojedyncze samce są niemiłe widziane. Na uwagę zasługuje również fakt, że te właśnie pojedyncze samce mogą być czynnikiem niekorzystnie wpływającym na inne zwierzęta zasiedlające zbiornik, dlatego należy podkreślić, że ryba ta powinna być trzymana parami przy minimalnej ilości odpowiednich kryjówek równej liczbie par.

V. WNIOSKI

1. Z prowadzonych badań wynika, że *Steatocranus casuarius* zdecydowanie powinien być trzymany w parach, zwłaszcza w mniejszych akwariach wielogatunkowych. Zaobserwowano, że ryby wybierały kryjówki o kształcie stożka i układzie poziomym.
2. W zbiorniku sztucznym, garbaczce hełmiaste tolerują obecność ryb pielęgnicowatych o łagodnym usposobieniu i przewyższających je rozmiarami, także dużych krewetek o krępej budowie oraz mniejszych ryb zasiedlających środkową i górną warstwę basenu. Mogą źle wpływać na rozwój ryb zbrojnikowatych, jednak całkiem dobrze tolerują sumy żerujące w nocy i osiągające większe od nich rozmiary.

VI. LITERATURA

1. Budaev S. V., Zworykin D. D., Mochek A. D.: Consistency of individual differences in behaviour of the lion-headed cichlid, *Steatocranus casuarius*, (Teleostei; Cichlidae). Behav. Processes. 48. s. 49-55. 1999.
2. Budaev S.V., Zworykin D. D., Moehek A. D.: Development of Individual Differences in Behaviour of Juvenile Lion-Headed Cichlid, *Steatocranus casuarius*. (Teleostei, Cichlidae). Animal Personality. 4. s. 2-8. 1999.
3. Gudowski M.: Garbacz hełmiasty - ryba z ludzką twarzą. Nasze akwarium. 50. s. 5-10. 2003.
4. Kostecka J., Kusy B., Wojewoda E.: Olimpiada biologiczna – Szansa dla edukacji na rzecz przyrodniczych podstaw zrównoważonego rozwoju. Zeszyty Naukowe PTIE i PTG Oddz. w Rzeszowie. 5. s. 7-12. 2004.
5. LaManna J. R., Eason P. K.: Effects of landmarks on territorial establishment. Animal Behaviour. 65. s. 471-478.
6. Mazur A., Kostecka J.: Bezkęgowce wodne jako materiał w pracach olimpijczyków. Zeszyty Naukowe PTIE i PTG Oddz. w Rzeszowie. 14. s. 45-50. 2011.
7. Podolak-Machowska A., Kostecka J.: Straszky (Phasmida) jako obiekt obserwacji biologicznych. Zeszyty Naukowe PTIE i PTG Oddz. w Rzeszowie. 15. s. 75-80. 2012.
8. Szmel M.: Garbacz hełmiasty - co jeszcze można powiedzieć. Nasze akwarium. 50. s. 7-9. 2003.
9. Szmel M.: Afrykańskie alternatywy. Nasze akwarium. 6. s. 24-29. 2010.

BEHAVIOR OF THE LION-HEADED CICHLID *STEATOCRANUS CASUARIUS* POLL, 1939 IN THE INHABITED AQUARIUM

Summary

*This paper presents the results of the observation of the Congolese species of cichlid fish – lion-headed cichlid *Steatocranus casuarius*, in relation to other animal species living in the aquarium; shrimps belonging to *Atya* and *Neocaridina* types, and fish: *Tropheus*, *Cyphotilapia*, *Ancistrus*, *Synodontis*, *Poecilia* and the lion-headed cichlid itself. The results indicate the possibility of coexistence lion-headed cichlids with larger calm cichlidsh, stocky builded shrimps, catfish and smaller pelagic fish.*

Keywords: cichlids, lion-headed cichlid, aquaristics

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie i Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego Oddział w Rzeszowie (Zesz. Nauk. PTIE i PTG Oddz. w Rzeszowie) ukazują się od 1997 roku. Powstają dzięki działalności badawczej członków obu Towarzystw, a także dzięki współpracy z ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą.

Zapraszamy zainteresowanych do publikowania w naszym Czasopiśmie.

Wymogi ogólne i techniczne przygotowania prac do druku:

Przygotowany przez autorów do druku tekst (edytor tekstu: Word) powinien spełniać następujące warunki:

- nie powinien przekraczać 8 stron maszynopisu o cechach określonych poniżej (w uzasadnionych przypadkach, za zgodą Redakcji można od tej reguły odstąpić),
- mieścić się na stronie formatu B-5 o wymiarach: szerokość 13 cm, wysokość 19 cm (ustawiamy marginesy; lewy: 1,5; prawy: 6,5; górny: 2,5; dolny: 7,5),
- pełny tekst publikacji powinien zawierać w kolejności: pełne imiona i nazwiska autorów wraz z miejscem pracy i adresem e-mailowym, tytuł publikacji, streszczenie po polsku do 10 wierszy, słowa kluczowe. Następnie WSTĘP, METODYKA, WYNIKI BADAŃ, DYSKUSJA, WNIOSKI, LITERATURA wg. wzoru, TYTUŁ po angielsku, streszczenie po angielsku, słowa kluczowe po angielsku,
- tekst powinien być napisany czcionką Times New Roman CE, wielkość 10 pk, odstęp pojedynczy, tytuł artykułu i nazwisko autorów czcionka 12 pt, podtytuły literami o wielkości 10 pk, podobnie jak całość tekstu, tabulator 0,5 cm,
- na pierwszej stronie pozostawiamy od góry strony 4 cm na główkę wydawniczą Zeszytów,
- wszystkie tabele, ilustracje /wykresy, rysunki, fotografie/w maksymalnych wymiarach: szer. - 13 cm, wys. - 19 cm (**wraz z podpisami i całym wnętrzem w dwu językach**) powinny mieć odpowiednią jakość i czytelność, muszą być z góry wpisane lub wklejone w tekst,
- tabele powinny być przygotowane do druku starannie i zawierać także pełny **tekst ich zawartości opracowany po polsku i po angielsku**,
- literatura powinna być cytowana w tekście w nawiasach, wg wzoru [1],
- zbiór LITERATURA powinien być uporządkowany wg alfabetu i opracowany następująco:

1. Podgórski W., Trawińska B., Mardarowicz L., Polonis A.: Wpływ wyciągu z *Yucca schidigera* na przemiany azotu niebiałkowego w pomociu brojlerów. Materiały Konferencji Naukowej „Higienizacja Wsi”. s. 219-224. AR Lublin. 1995.
2. Preston R. L., Bartle S. J., May T. R., Goodall S. R.: Influence of sarsaponin on growth, feed and nitrogen utilization in growing male rats fed diets with added urea or protein. Journal of Animal Science 65. s. 481-487. 1987.
3. Sutton A. L., Foster J. R., Kelly D. T., Meyerholtz K. A.: Micro-Aid compared to copper sulfate as a growth promotant for growing and finishing hogs. Swine Day Pur. University 38. s. 75-78. 1992.

Przy opracowywaniu tekstu należy używać wzoru z poprzednich Zeszytów dostępnego na stronie www.univ.rzeszow.pl/wbr wyszukując następnie zakładkę Zeszyty Naukowe.

Do Redakcji należy przekazać tekst starannie opracowany, na płycie, wraz z jego wydrukiem. Publikacja powinna zawierać – tekst właściwy, ilustracje i tabele oraz podpisy pod ilustracjami i tabelami - jako jeden zbiór.