

PIOTR ROBAKOWSKI

Zmienność fauny stawonogów glebowych w drzewostanach pozostających pod presją emisji Zakładów Chemicznych "Police"

Variation of the Fauna of Soil Arthropoda in Stands Influenced by Immisions from Chemical Plant "Police"

Abstract

Badania, które stanowią podstawę niniejszego opracowania opierają się na metodzie bioindykacji. Analiza struktury jakościowej i ilościowej fauny stawonogów glebowych w strefach zagrożeń wokół Zakładów Chemicznych "Police" służy do określenia wpływu emisji na te zwierzęta. Zmiany w środowisku glebowym dostarczają wielu informacji o kierunkach oddziaływania szkodliwych zanieczyszczeń chemicznych. Próbowano wykazać wpływ emisji na strukturę jakościową i ilościową oraz związki pokarmowe stawonogów glebowych.

Wstęp

Struktura polskich lasów sprzyja powstawaniu szkód przemysłowych o dużych rozmiarach. Ocenia się, że lasy nie spełniają zadowalająco swoich funkcji ekologicznych, ponieważ 2/3 powierzchni leśnej jest stale lub okresowo zagrożona przez szkodliwe emisje przemysłowe, owady, choroby i niekorzystny układ czynników atmosferycznych.

Przy obecnym rozpowszechnieniu różnorodnych związków chemicznych konieczne jest analizowanie wpływu na środowisko nie pojedynczych pierwiastków, ale całego kompleksu związków (Ernst, Joose — van Damme 1989). Aby przynajmniej w pewnym stopniu przewidzieć skutki oddziaływania zanieczyszczeń chemicznych na środowisko leśne trzeba stosować takie metody badawcze, które umożliwiają obiektywną ocenę obecnego stanu ekosystemów. W praktyce stosuje się dwie metody: biomonitoring i bioindykację.

Cel pracy

Celem niniejszej pracy jest wykazanie przydatności metody bioindykacji do określenia wpływu emisji Z. Ch. "Police" na arachnoentoomofaunę gleb leśnych. Do jego realizacji służy analiza jakościowa i ilościowa owadów oraz pajęczaków zebranych w strefach zagrożeń wokół zakładów oraz w strefie kontrolnej.

Metodyka badań

Prace terenowe

Próby glebowe zostały zebrane na terenie Nadleśnictwa Trzebież w województwie szczecińskim w dniach od 1 do 21 lipca 1990 r. Pobrano 200 prób na głębokości od 0–15(20) cm, przy czym każda z nich miała objętość 300 m³. Badaniami objęto wybrane odziały z trzech stref zagrożenia przemysłowego oraz ze strefy kontrolnej. Przyjęto następujące kryteria wyboru miejsc, w których zebrano próby:

- podobny typ siedliskowy badanych wydzieleń,
- zbliżony wiek drzewostanów,
- zbliżony udział gatunkowy drzew,

Warunki terenowe uniemożliwiły jednak ścisłe przestrzeganie wymienionych kryteriów, co miało wpływ na wyniki badań.

Prace laboratoryjne

Do pozyskania stawonogów glebowych z zebranych prób zastosowano metodę Tullgre-na. Zasadą działania tej metody jest ujemna reakcja owadów, pajęczaków i wijów na światło i ubytek wilgoci. Próby naświetlano przez 48 godzin. Wypłoszone zwierzęta glebowe przechowywano w probówkach z 70% alkoholem. Określono rzędy owadów, niektóre rodziny z rzędu *Coleoptera* oraz podgromady wijów. Roztocze zasadniczo były oznaczane do rodzin, a w rodzinie *Uropodidae* oznaczono też niektóre rodzaje.

Wyniki badań

Analiza jakościowa i ilościowa owadów

Na badanym terenie znaleziono przedstawicieli 11 rzędów owadów, przy czym w rzędzie *Coleoptera* wyróżniono 9 rodzin (tab. 1). W tabeli obok całkowitej liczby osobników w danym taksonie podano w nawiasie liczbę larw. Wyszczególniono też dwie podgromady wijów (*Myriapoda*). Największą liczbę rzędów owadów stwierdzono w pierwszej strefie zagrożeń, a najmniejszą w drugiej. Liczba rodzin chrząszczy była największa w strefie kontrolnej. W pobliżu emitora zebrano jedynie owady występujące w glebie, w strefie kontrolnej zanotowano również pewną liczbę owadów zebranych z traw (*Chrysomelidae*, *Silphidae*), pni drzew (*Cerambycidae*) oraz zaobserwowano obecność dużej ilości przedstawicieli rodzaju *Cicindela*. Biorąc pod uwagę znalezienie w strefie pierwszej przedstawicieli pierwogonek (*Protura*) i widłogonek (*Diplura*), które mimo szerokiego rozprzestrzenienia występują bardzo rzadko w większej liczbie osobników (Górny 1975)

TABELA 1
Zestawienie ilościowe wijów i owadów w strefach zagrożeń wokół Z.Ch. "Police"

Takson	Nazwa łacińska	Liczba osobników			
		strefa	strefa	strefa	strefa
		III	II	I	0
Podgromada	<i>Chilopoda</i>	21	2	7	21
Podgromada	<i>Diplopoda</i>	3	2	8	6
Rząd	<i>Collembola</i>	175	349	554	278
Rząd	<i>Diplura</i>	–	–	3	–
Rząd	<i>Protura</i>	–	–	1	–
Rząd	<i>Thysanoptera</i>	67	20	49	26
Rząd	<i>Psocoptera</i>	5	–	5	–
Rząd	<i>Homoptera (Coccina)</i>	1	–	8	1
Rząd	<i>Lepidoptera</i>	–	–	1	–
Rząd	<i>Diptera</i>	6(3)	10(5)	28(4)	16(8)
Rząd	<i>Hymenoptera</i>	4(2)	1	9	51(10)
Rząd	<i>Planipennia</i>	–	–	–	1
Rząd	<i>Coleoptera</i>	23(11)	10(5)	16(5)	100(14)
	Larwy owadów	9	17	14	17
Suma		314(25)	411(27)	703(23)	517(49)
Rodzina	<i>Staphylinidae</i>	8	2	9	2(1)
	<i>Elateridae</i>	(5)	(1)	–	(6)
	<i>Curculionidae</i>	2	–	–	(1)
	<i>Ptiliidae</i>	1	–	1	–
	<i>Silphidae</i>	–	–	–	20
	<i>Cerambycidae</i>	–	–	–	13
	<i>Chrysomelidae</i>	–	–	–	50
	<i>Carabidae</i>	1	1	1	3(1)
	<i>Scarabeidae</i>	–	–	–	(1)
		17(5)	4(1)	11	96(10)

oraz duże zróżnicowanie rzędu *Coleoptera* w strefie kontrolnej można stwierdzić, że warunki panujące w tej ostatniej strefie sprzyjają większej różnorodności owadów.

Najwięcej owadów (703) było w próbach zebranych w pierwszej strefie a najmniej w próbach z trzeciej strefy, położonej najbliżej zakładów (314 osobników). Stosunkowo dużą liczbę owadów odnotowano w strefie kontrolnej (517). Spośród oznaczonych rzędów owadów na największą uwagę zasługują skoczogonki (*Collembola*), które wyróżniają się największą liczebnością oraz dość wyraźną reakcją na zanieczyszczenia. Rozkład liczebności *Collembola* w strefach zagrożenia sugeruje, że ta grupa owadów glebowych może być z powodzeniem użyta do celów bioindykacyjnych. Wyraźnie mniej-

TABELA 2
Zestawienie ilościowe pajęczaków zebranych w strefach zagrożeń wokół Z.Ch. "Police"

Takson	Nazwa łacińska	Liczba osobników			
		strefa III	strefa II	strefa I	strefa 0
Rząd	<i>Araneae</i>	6	2	11	7
Rząd	<i>Pseudoascorpionidea</i>	–	2	3	3
Nadrząd	<i>Oribatei</i>	1054	844	1494	700
Podrząd	<i>Mesostigmata</i>	–	1	–	–
Rząd	<i>Parasitiformes</i>	10	6	1	5
Rodzina	<i>Acaridae</i>	1	–	–	–
-"-	<i>Ameroseiidae</i>	2	–	–	–
-"-	<i>Ascaidae</i>	7	6	1	–
-"-	<i>Bdellidae</i>	7	–	4	2
-"-	<i>Cryptognathidae</i>	1	1	–	–
-"-	<i>Cunaxidae</i>	–	–	–	1
-"-	<i>Eupodidae</i>	1	1	1	–
-"-	<i>Eviphidae</i>	–	–	17	2
-"-	<i>Haemogamasidae</i>	–	1	1	–
-"-	<i>Hypoaspidae</i>	31	5	3	–
-"-	<i>Labidostomidae</i>	2	–	2	–
-"-	<i>Parasitidae</i>	168	103	289	203
-"-	<i>Phytoseiidae</i>	–	1	–	–
-"-	<i>Rhodacaridae</i>	–	2	1	–
-"-	<i>Trombiculidae</i>	–	5	1	1
-"-	<i>Tydeidae</i>	–	1	3	1
-"-	<i>Uropodidae</i>	17	31	121	15
-"-	<i>Veigaiidae</i>	13	8	46	9
-"-	<i>Zerconidae</i>	1	25	24	3
Suma		1321	1045	2023	952
Rodzaje	<i>Discourella</i>	–	1	1	–
w <i>Uropodidae</i>	<i>Polyaspis</i>	–	2	3	–
-"-	<i>Trachytes</i>	–	7	37	4
-"-	<i>Trichouropoda</i>	1	8	27	3
-"-	<i>Urodiaspis</i>	3	4	12	3
-"-	<i>Uroobovella</i>	2	–	3	1
-"-	<i>Uropoda</i>	11	5	38	4
Suma		17	27	121	15

sza liczebność skoczogonków w pobliżu Zakładów Chemicznych wskazuje na ich ujemną reakcję na zanieczyszczenia przemysłowe.

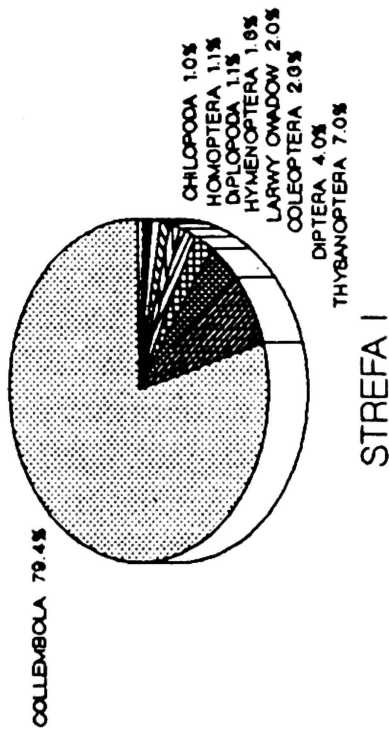
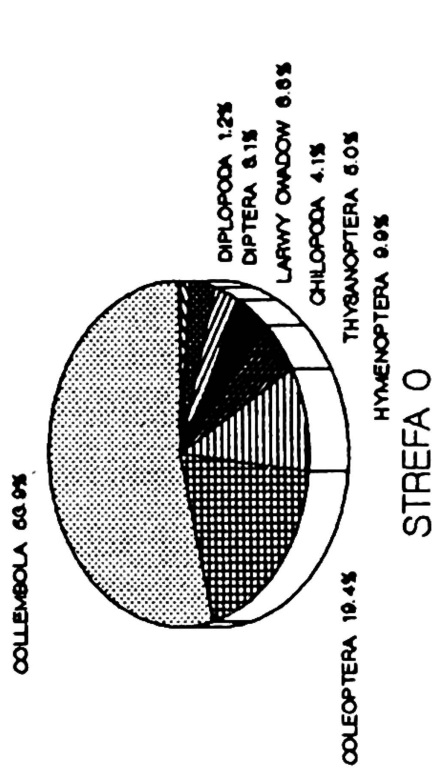
Procentowy udział *Collembola* (ryc.) w porównaniu z innymi rzędami owadów jest najwyższy, co sprzyja większej obiektywności wyciąganych wniosków. Obok skoczogonków za dobre bioindykatory mogą służyć muchówki (*Diptera*) oraz błonkówki (*Hymenoptera*), które zareagowały spadkiem liczebności w pobliżu emitora. Na podkreślenie zasługuje rola mrówek jako bioindykatorów. W strefie trzeciej w przebadanych oddziałach nie stwierdzono występowania mrowisk, jedynie nieliczne gniazda *Formica sanguinea*. Większe zgrupowanie mrowisk odnotowano w drugiej strefie zagrożeń na małej przestrzeni. W strefie kontrolnej było znacznie więcej, bardziej równomiernie rozmieszczonych kopców. Pewną wartość jako bioindykatory miały w niniejszych badaniach chrząszcze (*Coleoptera*) najwięcej było ich w strefie kontrolnej. Można zauważyć, że większa liczba owadów drapieżnych (*Hymenoptera Carabidae*) wystąpiła w strefie położonej najdalej od źródła zanieczyszczeń (rodzaju *Cicindela* nie wykazano w tabeli).

Analiza jakościowa i ilościowa pajęczaków

Pajęczaki przewyższają pod względem liczebności i różnorodności zgrupowania owadów w glebach leśnych. Wyróżniono rzędy pajaków (*Araneae*) i zaleszczotków (*Pseudoscorpionidea*), jednak najbardziej przydatne do celów bioindykacyjnych okazały się roztocze (*Acarina*), które wykazały największą liczebność oraz różnorodność taksonomiczną. Najwięcej rodzin *Acarina* oznaczono w pierwszej strefie zagrożeń (14), tutaj stwierdzono również maksymalną liczbę rodzajów w rodzinie *Uropodidae* (7). Najmniej rodzin określono w strefie kontrolnej oraz blisko emitora. W trzeciej strefie było najmniej rodzajów z rodziny *Uropodidae*. Zebrano prawie trzy razy więcej roztoczy niż owadów i wijów, przy czym mechowce (*Oribatei*) stanowiły około 77% badanej arachnofauny. Rozkład liczebności mechowców w poszczególnych strefach świadczy o dużej zmienności liczebności tej grupy roztoczy. Nawet przy uwzględnieniu niezgodności warunków siedliskowych między strefami zagrożenia przemysłowego a strefą kontrolną, wyjaśnienie relatywnie dużej liczby mechowców w strefie najbardziej skażonej jest trudne. Warto zauważyć, że liczba osobników roztoczy w pierwszej strefie jest około dwukrotnie wyższa niż w każdej z pozostałych stref. Do analizy liczebnościowej wybrano te rodziny, które były reprezentowane przez dostatecznie dużą grupę osobników lub wykazały jednoznaczną reakcję na zanieczyszczenia (tab. 2). Stwierdzono, że rodziny *Ascaidae* i *Hypoaspidae* wystąpiły liczniej w pobliżu emitora.

Większość rodzin *Acarina* zareagowała jednak ujemnie na skażenie środowiska. Na uwagę zasługuje rodzina *Parasitidae*, druga pod względem liczebności po nadrodzinnie *Oribatei* oraz rodzina *Uropodidae*. Rozkład liczebności tych rodzin w strefach zagrożeń świadczy o ich wrażliwości na zanieczyszczenia. Analiza rodzajów w rodzinie *Uropodidae* wykazała, że w strefie trzeciej nie wystąpiły w ogóle rodzaje *Discourella*, *Polyaspis* i *Trachytes*. Można przypuszczać, że dobrymi bioindykatorami okazałyby się roztocze z rodziny *Veigaiidae*, które wystąpiły dość licznie, ale nie wykazały tak jednoznacznej reakcji na zanieczyszczenia jak wymienione tutaj taksony.

Rodzina *Zerconidae* była reprezentowana tylko przez jednego osobnika w trzeciej strefie, jednak w drugiej i pierwszej jej liczebność kształtowała się na tym samym



RYC. Zestawienie procentowego udziału rzędów owadów i podgrup owadów w strefach zagrożeń wokół Z. Ch. "Police"

TABELA 3

Zestawienie procentowego udziału podrzędów roztoczy w strefach zagrożeń wokół Z.Ch. "Police"

Podrząd	Procent, który stanowią poszczególne podrzędy			
	Strefa III	strefa II	strefa I*	strefa 0
<i>Sarcoptiformes (Oribatei)</i>	80,8	81,0	74,4	74,4
<i>Mesostigmata</i>	18,3	17,6	25,0	24,8
<i>Trombidiformes</i>	0,9	0,8	0,6	0,5

poziomie. Na szczególną uwagę zasługuje zestawienie procentowego udziału podrzędów roztoczy (tab. 3).

Roztocze z podrzędu *Mesostigmata* i *Trombidiformes* są z reguły drapieżnikami, a ich pokarmem są głównie skoczogonki oraz saprofagiczne mechowce. Procentowy udział rzędu *Mesostigmata* w trzeciej i drugiej strefie położonych najbliżej emitora jest o około 7% mniejszy niż w strefie pierwszej i kontrolnej. Świadczy to o wpływie zanieczyszczeń, emitowanych przez Z.Ch. "Police" na stosunki pokarmowe w zgrupowaniach roztoczy.

Dyskusja

Jak dotąd nie opracowano takiej metody badawczej, która w pełni pozwoliłaby na obiektywną ocenę stanu zagrożenia środowiska przez zanieczyszczenia przemysłowe. Aby dokonać oceny środowiska organizmów glebowych należałoby wg Górnego (1975):

- uwzględnić możliwie wszystkie istotne elementy środowiska, w tym także swoje wpływy innych organizmów,
- uwzględnić nie tylko stan aktualny, lecz także te czynniki historyczne (biotyczne i abiotyczne), które pozwolą na skorelowanie ich z obecnym stanem rozwoju biologicznego danej gleby,
- określić to środowisko w skali odpowiadającej warunkom życia określonych organizmów glebowych.

W praktyce spełnienie wszystkich wymienionych warunków, łącznie z określeniem wpływu zanieczyszczeń przemysłowych na glebę jest bardzo trudne. Obok czynników siedliskowych trzeba brać pod uwagę wpływ temperatury, wilgotności, pH, chemicznych właściwości gleby, zawartości próchnicy i inne (Szujecki 1983, Górny 1975).

W przypadku terenów leśnych wokół Z.Ch. "Police" zanieczyszczenia przemysłowe potraktowano jako jeden z ważniejszych czynników decydujących o składzie i liczebności fauny glebowej. Na podkreślenie zasługuje informacja z raportu Instytutu Ekologii i Ochrony Środowiska AR w Szczecinie z 1989 roku o znacznym obniżeniu emisji siarki i amoniaku (45% wg. GUS), co mogło mieć wpływ na zmiany wśród stawonogów glebowych.

Analiza jakościowa i ilościowa owadów wykazała, że drapieżniki cechują się większą wrażliwością na zanieczyszczenia przemysłowe (Chłodny 1987). Podobną reakcją zaob-

serwowano u drapieżnych roztoczy z podrzędu *Mesostigmata*. Analiza liczebności owadów umożliwia wyszczególnienie tych taksonów, które mogą okazać się przydatne do celów bioindykacji. W ekosystemach bez względu na ich charakter, stosunki jakościowo-ilościowe skoczogonek są mniej więcej ustabilizowane (Czarnecki 1989) a ich liczebność dostatecznie wysoka, aby mogły one posłużyć jako bioindykatory.

Collembola zareagowały zmniejszeniem liczebności w strefach położonych w pobliżu Z.Ch. "Police" najwyraźniej spośród wszystkich pozostałych rzędów owadów, jednak przy wyciąganiu wniosków trzeba uwzględnić ich dużą zależność od wielu czynników ekologicznych (Czarnecki 1989, Górny 1975). W pewnych warunkach liczba skoczogonek może rosnąć wraz ze wzrostem emisji zanieczyszczeń (Górny 1975).

Najliczniej reprezentowaną grupą roztoczy są mechowce (*Oribatei*). Jako typowe organizmy glebowe są one ściśle uzależnione od warunków, w których żyją, są mało ruchliwe, drobnych rozmiarów, charakteryzują się bogactwem gatunkowym i szerokim rozprzeszczeniem w wielu rozmaitych ekosystemach lądowych. Niedbała (1980) podkreśla rolę bioindykacyjną mechowców, w omawianych badaniach nie wykazały one jednak jednoznacznej reakcji na zanieczyszczenia. Pewne gatunki mogą reagować na zanieczyszczenia wzrostem, inne zmniejszeniem liczebności (Seniczak i inni 1989).

Klimek (1990) dokonał analizy liczebności *Oribatida* i *Gamasida* w pobliżu Zakładów Azotowych "Włocławek" w różnych porach roku. Autor stwierdził, że ogólna liczba roztoczy rosła wraz z oddalaniem się od emitora, ale w okresie wegetacyjnym liczebność roztoczy na powierzchniach leżących w rejonie emisji znacznie wzrosła, a nieco dalej od Zakładów Azotowych przekroczyła poziom zanotowany na powierzchni kontrolnej. Autor sugeruje nawet istnienie "strefy stymulującej" liczebność tych zwierząt.

Większość rodzin roztoczy zebranych wokół Z. Ch. "Police" zareagowała wyraźnym zmniejszeniem liczebności wraz ze zbliżaniem się do emitora. Rodziny *Parasitidae* i *Uropodidae* wykazały właściwości bioindykacyjne.

Toksyczne substancje chemiczne wpłynęły nie tylko na strukturę jakościową i ilościową roztoczy, ale również na zależności biocenotyczne. Na uwagę zasługuje wyraźne zmniejszenie liczebności drapieżnych roztoczy w strefach zagrożeń.

Wyniki uzyskiwane przy wykorzystaniu fauny glebowej do bioindykacji często nie są jednoznaczne. Szczególnie w przypadku roztoczy, które są grupą zwierząt stosunkowo mało poznaną pod względem taksonomicznym i ekologicznym wyciąganie wniosków jest trudne. Skomplikowany układ zależności ekologicznych w ekosystemie leśnym zmusza do analizowania wypadkowej wielu czynników, w związku z tym pewne trudności sprawia porównywanie wyników badań.

Przy uwzględnieniu wszystkich zastrzeżeń, analizowanie różnorodności i właściwości bioindykacyjnych fauny glebowej może przyczynić się do lepszego poznania wpływu zanieczyszczeń przemysłowych na środowisko glebowe, a tym samym na cały ekosystem leśny.

Wnioski

Analiza jakościowa i ilościowa stawonogów glebowych w drzewostanach pozostających pod presją zanieczyszczeń Z. Ch. "Police" wykazała, że:

- Liczebność owadów drapieżnych w strefach zagrożenia przemysłowego była niższa w strefie kontrolnej, co sugeruje ujemny wpływ zanieczyszczeń na te owady.
- Skoczogonki wykazały najlepsze właściwości bioindykacyjne spośród wszystkich pozostałych rzędów owadów ze względu na wysoką liczebność oraz jej rozkład w strefach zagrożeń. Zmniejszeniem liczebności w miarę zbliżania się do emitora zareagowały również muchówki. Chrząszcze były wyraźnie liczniejsze w strefie kontrolnej niż w strefach zagrożenia.
- Mechowce, często używane do bioindykacji były licznie reprezentowane, jednak ich rozkład liczebności nie pozwala na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków o wpływie emisji przemysłowych na ich strukturę.
- Reakcja poszczególnych rodzin roztoczy na zanieczyszczenia była zróżnicowana, jednak większość rodzin miała mniejszą liczebność w miarę zbliżania się do Z. Ch. "Police".
- Rodziny *Uropodidae* oraz *Parasitidae* okazały się przydatne do bioindykacji ze względu na dość wyraźną reakcję na wzrost stężenia zanieczyszczeń, chociaż warunki ekologiczne strefy kontrolnej oraz brak szerszych danych porównawczych uniemożliwiają ich pełniejszą charakterystykę jako bioindykatorów.
- W strefie pierwszej oraz kontrolnej liczebność drapieżnych roztoczy z podrzędu *Mesostigmata* była o 7% wyższa niż w strefie trzeciej i drugiej. Udział procentowy drapieżnych *Mesostigmata* i saprofagicznych *Oribatei* może świadczyć o wpływie zanieczyszczeń chemicznych na stosunki pokarmowe wśród roztoczy.
- Owady i roztocze wykazały wyraźnie największe zróżnicowanie taksonów, jak i największą liczebność w wybranych drzewostanach strefy słabych zagrożeń przemysłowych.

Bibliografia

1. Chłodny J.: Entomofauna leśna w warunkach długotrwałego oddziaływania silnych skażeń przemysłowych, w: Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. Materiały drugiego krajowego sympozjum. Praca zbiorowa pod redakcją R. Siweckiego Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu 1987, 313–319.
2. Czarnecki A.: *Collembola* jako element biologicznego systemu na obszarach podlegających silnej antropopresji. Toruń 1989, 20–86.
3. Górny M.: Zooekologia gleb leśnych PWRiL, Warszawa 1975.

4. **Klimek A.:** Akarofauna glebowa płatów boru świeżego z mchem i bez runa w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Praca doktorska. Zakład Ekologii Zwierząt ATR w Bydgoszczy.
5. **Niedbała W.:** Mechowce – roztocze ekosystemów lądowych. PWN, Warszawa 1980, 206–216.
6. **Seniczak S., Dąbrowski J., Kaczmarek S.:** Akarofauna nadrzewna (*Acari*) dolnego odcinka strzał sosen w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych we Włocławku. Zesz. Nauk. ATR, Zootechnika, Bydgoszcz 1989, 18, str. 133–142.
7. **Szujecki A.:** Ekologia owadów leśnych. PWN, Warszawa 1983, 77–92.
8. **Wallwork J.:** The Distribution and Diversity of Soil Fauna. Academic Press INC (London) LTD. 1976, 200–201.
9. **Wielfried E., Joose-van Damme E.:** Zanieczyszczenie środowiska substancjami mineralnymi. Skutki biologiczne. PWRiL, Warszawa 1989, 21–29.