

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA  
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH  
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 204

# ZOOTECHNIKA 28



BYDGOSZCZ - 1996



AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA  
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH  
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 204

# ZOOTECHNIKA 28

BYDGOSZCZ - 1996

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO  
prof. dr hab. Ojcumiła Stefaniak

REDAKTOR NAUKOWY  
prof. dr hab. Stanisław Seniczak

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE  
mgr Joanna Ekstowicz-Mąka, Zbigniew Gackowski

Wydano za zgodą Rektora  
Akademii Techniczno-Rolniczej  
w Bydgoszczy

ISSN 0208-6352

WYDAWNICTWO UCZELNIANE  
AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ W BYDGOSZCZY

---

Wyd. I. Nakład 150 egz. Ark. aut. 8,70. Ark. druk. 8,75. Papier druk. kl. III.

Oddano do druku i druk ukończono w grudniu 1996 r.

Uczelniany Zakład Małej Poligrafii ATR Bydgoszcz, ul. Ks. A. Kordeckiego 20  
Zamówienie nr 23/96

## Spis treści

1. Anna Sawa, Henryk Chmielnik - Poszukiwanie czynników warunkujących skuteczność transplantacji i częstotliwości ciąży bliźniaczych u krów biorczyń zarodków .....	5
2. Anna Szymańska - Długość użytkowania i przyczyny brakowania krów na Pomorzu Środkowym.....	13
3. Witold Brudnicki, Ryszard Jabłoński, Benedykt Skoczylas, Cezariusz Wiland - Przypadki wielokrotnych tętnic nerkowych u lisa srebrzystego ( <i>Vulpes vulpes</i> L.)....	23
4. Cezariusz Wiland, Barbara Zawadzińska - Przypadek odmiany naczyniowej w obrębie koła tętniczego mózgu u lisa srebrzystego ( <i>Vulpes vulpes</i> L.) .....	29
5. Cezariusz Wiland, Irena Kubica, Barbara Zawadzińska - Zmienność tętnic łuku aorty u lisa srebrzystego ( <i>Vulpes vulpes</i> L.) .....	35
6. Ryszard Jabłoński, Irena Kubica, Benedykt Skoczylas, Cezariusz Wiland - Gałęzie korowe tętnicy środkowej mózgu u jelenia europejskiego ( <i>Cervus elaphus</i> L.) .....	41
7. Witold Brudnicki, Jerzy Gielecki - Morfometryczna analiza tętnic podstawy mózgowia u płodów bydła. I. Budowa i zmienność tętnic podstawy mózgowia .....	53
8. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak, Beata Dąbrowska, Ludwik Lipnicki, Janusz Hermann, Bogna Paczuska - Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń” .....	63
9. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak - Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń” .....	77
10. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak, Beata Dąbrowska, Ludwik Lipnicki, Bogna Paczuska, Marek Romiński - Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek .....	87
11. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak - Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek.....	101
12. Andrzej Klimek, Stanisław Seniczak, Jacek Długosz, Bogumiła Cieścińska - Roztocze (Acari) glebowe młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach ..	111
13. Stanisław Seniczak, Sławomir Kaczmarek, Halina Ratyńska, Anna Seniczak - Akarofauna (Acari) glebowa strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a łąką, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi .....	121
14. Sławomir Kaczmarek, Stanisław Seniczak - Występowanie Gamasida (Acari) glebowych w młodnikach sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów.....	133

## Content

1. Anna Sawa, Henryk Chmielnik - The search for factors affecting ET effectiveness and the rate of occurrence of twin pregnancies in recipient cows .....	5
2. Anna Szymańska - Length of the production period and reasons for culling cows in the Central Pomerania .....	13
3. Witold Brudnicki, Ryszard Jabłoński, Benedykt Skoczylas, Cezariusz Wiland - The multiple renal arteries in the silver fox .....	23
4. Cezariusz Wiland, Barbara Zawadzińska - The case of variability of arterial circle in silver fox .....	29
5. Cezariusz Wiland, Irena Kubica, Barbara Zawadzińska - Variability of arteries of aortic arch in silver fox .....	35
6. Ryszard Jabłoński, Irena Kubica, Benedykt Skoczylas, Cezariusz Wiland - Investigation of cortical branches of middle cerebral artery in stag .....	41
7. Witold Brudnicki, Jerzy Gielecki - Digital-image analysis of the brain base in bovine foetuses. I. Variability of basilar brain.....	53
8. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak, Beata Dąbrowska, Ludwik Lipnicki, Janusz Hermann, Bogna Paczuska - The arboreal mites (Acari) and epiphytes of young Scots pine forests in the region polluted by the „Luboń” chemical factory near Poznań .....	63
9. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak - The arboreal oribatid mites (Acari, Oribatida) of young Scots pine forests in the region polluted by the „Luboń” chemical factory near Poznań .....	77
10. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak, Beata Dąbrowska, Ludwik Lipnicki, Bogna Paczuska, Marek Romiński - The arboreal mites (Acari) and epiphytes of young Scots pine forests in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek .....	87
11. Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak - The arboreal oribatid mites (Acari, Oribatida) of young Scots pine forests in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek .....	101
12. Andrzej Klimek, Stanisław Seniczak, Jacek Długosz, Bogumiła Cieścińska - The soil mites (Acari) of young Scots pine forests in the region polluted by a cement and lime factory „Kujawy” at Bielawy.....	111
13. Stanisław Seniczak, Sławomir Kaczmarek, Halina Ratyńska, Anna Seniczak - The soil mites (Acari) of the ecotone zone between spinney and meadow, in the agricultural landscape near Turew.....	121
14. Sławomir Kaczmarek, Stanisław Seniczak - The occurrence of soil gamasid mites (Acari) in young Scots pine forests polluted by a copper smelting works at Głogów .....	133

## **POSZUKIWANIE CZYNNIKÓW WARUNKUJĄCYCH SKUTECZNOŚĆ TRANSPLANTACJI I CZĘSTOTLIWOŚCI CIAŻ BLIŹNIACZYCH U KRÓW BIORCZYŃ ZARODKÓW**

Anna Sawa, Henryk Chmielnik

Katedra Hodowli Bydła, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

*Synopsis.* Poszukując kryteriów doboru krów na matki bliźniąt (ciąże uzyskiwano metodą wprowadzenia dodatkowego zarodka do biorczynie wcześniej inseminowanej) stwierdzono, że na biorczynie nie powinny być kwalifikowane krowy, u których wystąpiły wcześniej poronienia lub po porodach notowano śmiertelność okoloporodową cieląt. Przedłużenie okresu od ostatniego wycielenia do zabiegu ET powoduje zmniejszenie przydatności krowy jako biorczynie.

### **1. WSTĘP**

Transplantacja zarodków (ET) u bydła posiada już konkretną pozycję w organizacji rozrodu i hodowli i cieszy się stale rosnącym zainteresowaniem. Możliwości, które stwarza ta metoda są wielorakie [10]. Między innymi może być wykorzystana do poprawienia reprodukcji bydła, gdyż poprzez wprowadzenie dodatkowego zarodka do biorczynie wcześniej inseminowanej można uzyskać nawet 30-60% ciąż bliźniaczych [1, 2]. Generalnie jest to jednak zabieg kosztowny pomimo, że efektywność terenowych ośrodków ET stale się poprawia [7].

Duże znaczenie dla skuteczności transplantacji ma nie tylko właściwa selekcja dawczyń pod względem funkcji płciowych, zdrowia, kondycji [4], ale również stan biorczynie [6]. Istotną sprawą byłoby znalezienie takich wskaźników, które pozwoliłyby na wybór biorczynie pożądaných z organizacyjnego i ekonomicznego punktu widzenia.

Celem podjętych badań było poszukiwanie kryteriów doboru krów na biorczynie zarodków. Uwzględniono wybrane wskaźniki użyteczności rozplodowej i mlecznej krów oraz parametry biochemiczne ich krwi.

### **2. MATERIAŁ I METODY**

Do analiz wykorzystano dane o 44 krowach cb, uczestniczących w doświadczeniu "Intensyfikacja mięsnego użytkowania bydła cb w stadach mlecznych na drodze przeszczepiania dodatkowych zarodków ras mięsnych" [2].

Biorczynie, po weterynaryjnym badaniu, poddano synchronizacji rui (Dinolytic) i następnie inseminowano nasieniem buhajów cb. W siódmym dniu po unasięnianiu kro-

wom wszczepiono do kontralateralnego rogu macicy, świeże zarodki zmodyfikowanej rasy mięsnej aberdeen angus (kortowska linia syntetyczna). Żywienie i pielęgnacja biorczyń były podobne do stosowanego w stadzie.

Korzystając z dokumentacji hodowlanej gospodarstwa zebrano dane o użytkowości krów do momentu zakwalifikowania ich na biorczynie. Uwzględniono dotychczasową:

- ilość wycieleń,
- długość okresów międzywycieleniowych (OMW),
- indeks inseminacji (zabieg/zacienienie),
- poronienia, śmiertelność okołoporodową potomstwa,
- dni doju i wydajność FCM w laktacji przed transplantacją.

Krew do badań pobierano z żyły jarzmowej krów, w dniu podania pierwszej dawki Dinolyticu. W surowicy krwi oceniono poziom następujących wskaźników: białko całkowite, cholesterol, mocznik, glukoza, AIAT, AspAT.

### 3. WYNIKI I DYSKUSJA

Po inseminacji i transplantacji zarodków 44 biorczyniom, ciążę stwierdzono u 24 szt., co odpowiada płodności na poziomie 55% (tab. 1). Skuteczność transplantacji wynosiła 34% (tab. 2). Ciąża krów w 10 przypadkach zakończyła się porodem bliźniaczym, 4 krowy urodziły pojedyncze cielęta aberdeen angus, 9 krów - pojedyncze cielęta cb, zanotowano 1 poronienie (tab. 1).

Wierzbowski i wsp. [10] podają, że w praktyce przenoszenia zarodków na biorczynie przeznacza się jałówki w wieku 14-16 miesięcy, bądź krowy po pierwszym wycieleniu. W badaniach własnych biorczyniami zostały pierwiastki i wieloródki nawet po 9 porodach. Strukturę wiekową biorczyń przedstawiono w tabeli 2. Najwięcej biorczyń, do momentu zakwalifikowania, odbyło już 5 lub 3 wycielenia. Skuteczność ET była największa u krów po 1, 2 i 3 wycieleniu. Średnia ilość wycieleń przed zakwalifikowaniem do ET dla późniejszych matek bliźniąt (aa + cb) wynosiła 3,6; dla matek pojedynczych cieląt 3,3; zaś dla krów, u których zabieg ET okazał się nieskuteczny - aż 5 (tab. 1).

Wielu autorów [5, 8, 9] jest zdania, że jednym z czynników wpływających na wzrost częstotliwości występowania naturalnych ciąż bliźniaczych u krów jest wiek, przy czym najniższy odsetek wycieleń mnogich rejestruje się u pierwiastek. Kuźma i wsp. [5] tłumaczą to zjawisko zwiększoną obumieralnością jednego płodu w ciąży bliźniaczej u jałówek, spowodowaną zwiększonym zapotrzebowaniem na białko i energię przez rozwijający się jeszcze organizm matki i bliźniacze płody. W doświadczeniu własnym, wśród biorczyń nie było żadnej jałówki. Na podstawie zebranego materiału trudno jest doszukiwać się wpływu wieku na częstotliwość uzyskiwania ciąż bliźniaczych po inseminacji i ET. Krowy stare, po 8-9 wycieleniach, okazały się nieprzydatne do tego celu (tab. 2).



Tabela 1. Wybrane wskaźniki użytkowości rozplodowej i mlecznej oraz profil metaboliczny krwi krów zakwalifikowanych na biorczynie a skuteczność ET i częstotliwość uzyskiwania ciąży bliźniaczych

Table 1. Selected breeding and milking performance indices and a metabolic profile of blood of cows qualified for recipients in connection with ET effectiveness and the rate of occurrence of twin pregnancies

Wyszczególnienie - Item	Ilość biorczyń Number of recipients	Ilość wcześniejszych wycieleń Number of previous calvings of recipients	Indeks inseminacji Insemination index	% biorczyń z indeksem inseminacji > 1,6 % of recipients with in- semination index > 1.6	OMW dni Calving interval days
Cielność po inseminacji i ET In calf after insemination and ET	15	3,5	1,32	20	364
w tym - in which:					
- ciąża bliźniacza (aa + cb) twin pregnancy	10	3,6	1,36	30	378
- ciąża pojedyncza (aa) single pregnancy	4	3,3	1,21	0	331
- poronienie (aa + cb) abortion	1	3,0	1,33	0	379
Brak cielności po ET Not in calf after ET	29	5,0	1,42	34	364
w tym - in which:					
- ciąża pojedyncza (cb) po inseminacji single pregnancy (cb) after insemination	9	6,0	1,59	56	359
- brak ciąży not in calf	20	4,6	1,35	25	366

Tabela 1 cd.

Table 1 continued

Wyszczególnienie - Item	Ilość dni od ostatniego wycielenia do ET Days from last calving to ET	% biorczyń z okresem od ostatniego wycielenia do ET > 80 dni % of recipients with a period from last calving to ET > 80 days	Ilość wczesniejszych poronień i śmiertelność okotoprodowa cieląt Number of previous abortions and perinatal mortality of calves	Wydajność w laktacji poprzedzającej wybór Milk yield in the lactation preceding ET	
				dni - days	FCM kg
Cielność po inseminacji i ET In calf after insemination and ET	76	20	0	309	3888
w tym - in which	74	20	0	320	4084
- ciąży bliźniacza (aa + cb) twin pregnancy	72	25	0	290	3646
- ciąży pojedyncza (aa) single pregnancy	121	100	0	304	3221
- poronienie abortion					
Brak cielności po ET Not in calf after ET	96	51	9	295	3905
w tym - in which	89	44	2	289	3780
- ciąży pojedyncza (cb) po inseminacji single pregnancy (cb) after insemination	99	55	6	297	3955
- brak ciąży not in calf					

Tabela 1 cd.  
Table 1 continued

Wyszczególnienie - Item	Wskaźniki krwi - Blood constituents						
	białko - protein g/l	cholesterol mmol	mocznik - urea mmol	glukoza - glucose mmol	AIAT U/l	AspAT U/l	
Cielność po inseminacji i ET In calf after insemination and ET	66,8	3,6	4,9	2,6	10,3	20,0	
w tym - in which							
- ciąża bliźniacza (aa + cb) twin pregnancy	66,5	3,6	4,7	2,6	10,0	16,7	
- ciąża pojedyncza (aa) single pregnancy	68,8	3,9	5,1	2,7	11,0	20,9	
- poronienie abortion	62,9	3,4	6,2	2,4	8,9	20,0	
Brak cielności po ET Not in calf after ET	68,9	3,9	4,6	2,6	12,2	20,1	
w tym - in which							
- ciąża pojedyncza (cb) po inseminacji single pregnancy (cb) after insemination	68,9	3,8	4,5	2,7	10,4	19,3	
- brak ciąży not in calf	69,0	3,9	4,6	2,6	10,1	20,5	

Tabela 2. Ilość wcześniejszych wycieleń biorczyń a skuteczność ET i częstotliwość uzyskiwania ciąży bliźniaczych

Table 2. Effect of the number of previous calvings on ET effectiveness and the rate of occurrence of twin pregnancies in recipient cows

Ilość wcześniejszych wycieleń Number of previous calvings	Ilość biorczyń - Number of recipients				Skuteczność ET ET effectiveness
	ogółem total	cielnych po inseminacji i ET (ciąża bliźniacza) in-calf after insemination and ET (twin pregnancy)	cielnych po ET (ciąża pojedyncza) in-calf after ET (an only calf)	razem cielnych in-calf total	
1	3	2	0	2	66
2	3	0	2	2	66
3	11	5	1	6	55
4	4	0	0	0	0
5	13	3	0	3	23
6	4	0	1	1	25
7	1	1	0	1	100
8	2	0	0	0	0
9	3	0	0	0	0
Razem Total	44	11	4	15	34

Oceniając płodność biorczyń do momentu zakwalifikowania ich na biorczynię stwierdzono, że była ona bardzo dobra (tab. 1). Indeks inseminacji obliczony dla krów cielnych po ET wynosił 1,32; zaś dla krów, u których zabieg transplantacji okazał się nieskuteczny 1,42. W pierwszej grupie stwierdzono nieznacznie niższy odsetek krów z indeksem inseminacji  $\geq 1,6$  (20%) niż w drugiej grupie (34%). Średni okres międzycieleniowy trwał w obu grupach po 364 dni (tab. 1).

Bieliański i wsp. [1] zalecają aby u biorczyń czas od ostatniego ich wycielenia wynosił co najmniej 50-60 dni. W doświadczeniu, wszystkie krowy spełniły ten warunek.

Okres od dnia ostatniego wycielenia do dnia przeszczepiania zarodka wynosił w grupie biorczyń cielnych po ET 76 dni, natomiast w grupie biorczyń niecielnych po ET 96 dni. Odsetek krów z okresem powyżej 80 dni wynosił w pierwszej grupie 20%, natomiast w grupie drugiej 55%. W tej grupie znajdowały się krowy, które przed wyborem na biorczynię były inseminowane, ale nie zacięły się. Może to świadczyć o pewnych zaburzeniach w ich płodności i w związku z tym o ich nieprzydatności jako biorczyń zarodków.

Przebyte wcześniej poronienia oraz przypadki śmiertelności okołoporodowej cieląt, mogły mieć wpływ na efekt ET. Świadczy o tym fakt, że wśród biorczyń niecielnych po zabiegu przeszczepiania zarodka aż u 28% stwierdzono wyżej wymienione powikłania. Natomiast u biorczyń cielnych po ET nie stwierdzono wcześniejszych poronień ani śmiertelności okołoporodowej cieląt.

Użytkowość mleczną w laktacji poprzedzającej wybór krów na biorczynię, analizowano na podstawie czasu trwania laktacji i jej wydajności w kg FCM. Stwierdzono,

że zarówno krowy cielne po ET, jak i krowy, u których zabieg przeszczepiania był nieskuteczny charakteryzowały się podobną mlecznością. Zaobserwowano nieznacznie dłuższą laktację i wyższą wydajność u krów - późniejszych matek bliźniąt.

Nasuwa się tu porównanie do naturalnych ciąży bliźniaczych. W badaniach [8, 9] wykazano bowiem przewagę matek bliźniąt nad matkami cieląt pojedynczych pod względem wydajności mleka. Wg Skrzypka i wsp. [9] świadczyć to może o fakcie, że naturalne ciąży bliźniacze mają miejsce częściej u krów o wyższym poziomie genetycznym pod względem wydajności mleka.

Cennym uzupełnieniem wywiadu i badania klinicznego przeprowadzanego w celu właściwego doboru i selekcji krów na biorczyńce zarodków może być biochemiczne badanie krwi. Badanie takie umożliwia wczesne wykrycie zaburzeń metabolicznych, mogących mieć istotny wpływ na wynik transferu.

Dane w tabeli 1 przedstawiają profil metaboliczny krów przeznaczonych na biorczyńce zarodków. Poziom analizowanych parametrów biochemicznych oraz aktywność wybranych enzymów mieszczą się w zakresie norm przyjmowanych za fizjologiczne [3]. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy wartościami wskaźników w grupie biorczyńce cielnych i niecielnych po transferze.

#### 4. WNIOSKI

W przypadku wprowadzania dodatkowego zarodka do biorczyńce wcześniej inseminowanej stwierdzono:

- 1) większą skuteczność ET u krów po 1, 2 i 3 wycieleniu, w porównaniu ze starszymi;
- 2) na biorczyńce nie powinny być kwalifikowane krowy, u których wystąpiły wcześniej poronienia lub po porodzie notowano śmiertelność okołoporodową cieląt;
- 3) przedłużenie okresu od ostatniego wycielenia do zabiegu ET powoduje zmniejszenie przydatności krowy jako biorczyńce.

#### LITERATURA

- [1] Bielański A., Tischner M., 1993: Biotechnologia rozrodu zwierząt gospodarskich. Universitas.
- [2] Chmielnik H., Sawa A., Rohde A., 1994: Intensyfikacja mięsnego użytkowania bydła czarno-białego w stadach mlecznych na drodze przeszczepiania dodatkowych zarodków ras mięsnych. Zesz. Nauk. Prz. Hod. 14, 221-228.
- [3] Janowski H., 1985: Choroby bydła. PWRiL, Warszawa.
- [4] Kosieradzki J., Morstin J., 1991: Efektywność pozyskiwania zarodków bydłowych. Prz. Hod. 6, 11-14.
- [5] Kuźma R., Kuźma K., 1994: Występowanie wycieleń mnogich u krów mlecznych w warunkach naturalnych i ich wpływ na poród, okres poporodowy i płodność. Prz. Hod. 9, 1-5.
- [6] Meszaros J., 1987: Ocena czynników wpływających na wyniki przenoszenia zarodków. Mat. Sesji Nauk. I. Z. Kraków, 39-46.

- [7] Morstin J., Pakuła A., Gruszczyńska J., 1993: Ocena efektywności wykorzystania metody przenoszenia zarodków w krajowym programie hodowli bydła. *Prz. Hod.* 2, 5-9.
- [8] Sawa A., 1994: Wpływ ciąży bliźniaczej na użytkowość krów. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 26, 7-14.
- [9] Skrzypek R., Baraniak R., Grycz J., 1989: Wpływ ciąży bliźniaczej na użytkowość mleczną, rozrodczą i brakowanie krów oraz żywotność urodzonych cieląt. *Rocz. AR Poznań*, 38, 83-94.
- [10] Wierzbowski S., Smorąg Z., Wierzchoś E., 1985: Przenoszenie zarodków u bydła. *Balice-Przysiek*.

### **THE SEARCH FOR FACTORS AFFECTING ET EFFECTIVENESS AND THE RATE OF OCCURRENCE OF TWIN PREGNANCIES IN RECIPIENT COWS**

#### **Summary**

The objective of the research was to find the relationships between breeding and milking performance indices as well as certain biochemical blood parameters of recipient cows and ET effectiveness as well as the rate of occurrence of twin pregnancies. 44 Black and White (cb) recipient cows were subjected to synchronization and insemination with the semen of Black and White (cb) bulls. Fresh embryos of Aberdeen Angus (aa) breed were transferred to cow's uterus on the seventh day after insemination. As a result of this treatment 10 cows had twins (cb + aa), 4 cows had only calves (aa), 9 cows had only calves (cb), and 1 pregnancy was lost. Higher ET effectiveness was found in cows after 1-st, 2-nd and 3-rd calving in comparison with older cows. Cows cannot be qualified for recipients if they had abortion or perinatal mortality of calves occurred at previous parturition. Long period of time from last calving to ET treatment causes cow to be less useful as a recipient.

## **DŁUGOŚĆ UŻYTKOWANIA I PRZYCZYNY BRAKOWANIA KRÓW NA POMORZU ŚRODKOWYM**

Anna Maria Szymańska

Katedra Hodowli Bydła, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

*Synopsis.* Celem badań było określenie długości życia krów rasy c.b. oraz przyczyn i rozmiaru ich brakowania w oborach rozmieszczonych na terenie Pomorza Środkowego w latach 1989-93, w okresie przemian w gospodarce krajowej. Analizą objęto 8936 krów. Stwierdzone w pracy zjawiska redukcji stanu krów i spadku mleczności nie wskazują na racjonalne podłoże podejmowania decyzji przez właścicieli zwierząt.

### 1. WSTĘP

Długość okresu użytkowania mlecznego krów wpływa bezpośrednio na dochodowość gospodarstwa, wzrost liczebności stada i jego strukturę oraz na szybkość genetycznego doskonalenia. Długość użytkowania krów ma duże znaczenie dla gospodarki narodowej. Przemawiają za tym względy ekonomiczne, produkcyjne i hodowlane [3]. Z ekonomicznego punktu widzenia byłoby wskazane, aby okres użytkowania krów był możliwie jak najdłuższy. Skracanie długości użytkowania krów powoduje wprawdzie przyspieszenie rotacji pokoleń, jednak, jak zauważają Zalewski i wsp. [20], niesie za sobą wiele ujemnych zjawisk, jak: spadek liczby pogłowia, zmiany w strukturze stada i wzrost kosztów związanych z nabywaniem drogiego materiału hodowlanego. W naszych warunkach długość użytkowania krów powinna kształtować się w zależności od wydajności, cen mleka, materiału hodowlanego oraz rzeźnego. Obecnie uważa się, że największy postępek hodowlany można osiągnąć, użytkując krowy przez 6-7 laktacji, czyli 8,5-9,5 lat życia [14, 18, 22]. W ocenie wielkości brakowania krów ważne są przyczyny ich eliminowania ze stada. Jeśli duża liczba krów jest brakowana głównie z powodów zdrowotnych, to zachowanie wielkości stada wiązać się będzie z pozostawieniem w oborze krów gorszych z produkcyjnego punktu widzenia.

Celem pracy było określenie długości życia krów rasy n.c.b. oraz przyczyn i rozmiaru brakowania krów w oborach rozmieszczonych na terenie Pomorza Środkowego w okresie przekształcania gospodarstw rolnych w latach po 1989 roku.

### 2. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w 10 oborach wielkostadnych i 100 gospodarstwach rolników indywidualnych w woj. bydgoskim. Analizą objęto 8936 krów wybrakowanych

w latach 1989-93. Zestawienie danych dotyczących ilości zwierząt w oborach wielko-stadnych i w gospodarstwach rolników indywidualnych w latach 1989-93 podano w tabelach 1 i 2. Przy zbieraniu danych (data urodzenia, data wybrakowania, powód wybrakowania, przeciętna wydajność mleka, % białka i % tłuszczu, stan pogłowia krów w poszczególnych oborach w latach 1989-93) korzystano z dokumentów znajdujących się w OSHZ w Bydgoszczy.

Tabela 1. Zestawienie danych dotyczących ilości zwierząt w sektorze publicznym w latach 1989-1993

Table 1. Number of cows on Polish state farms: 1989-1993

I.p.	Rok - Year	Ilość zwierząt ogółem (szt.) Total number of cows	Ilość zwierząt wybrakowanych (szt.) Number of culled cows	% brakowania Culling percentage
1	1989	4 577	1 321	28,9
2	1990	4 545	1 450	31,9
3	1991	4 147	1 138	27,4
4	1992	3 950	1 177	29,8
5	1993	3 547	1 003	28,3
Razem Total		20 766	6 089	29,3

Średnio w roku wybrakowano 1217 sztuk krów

The average annual estimated value of culled cows equals to 1217

Tabela 2. Zestawienie danych dotyczących ilości zwierząt w sektorze prywatnym w latach 1989-1993

Table 2. Number of cows on Polish private farms: 1989-1993

I.p.	Rok - Year	Ilość zwierząt ogółem (szt.) Total number of cows	Ilość zwierząt wybrakowanych (szt.) Number of culled cows	% brakowania Culling percentage
1	1989	2 883	689	23,9
2	1990	2 653	711	26,8
3	1991	2 771	618	22,3
4	1992	1 850	457	24,7
5	1993	1 563	363	23,2
Razem Total		11 720	2 847	24,3

Na podstawie zebranych materiałów obliczono:

- 1) wiek brakowania krów w obrębie poszczególnych obór, przy czym za wiek brakowanych krów przyjęto okres od dnia urodzenia do dnia wybrakowania krowy;
- 2) procent brakowania krów w oborach i dla całej populacji;
- 3) rozkład procentowy przyczyn brakowania krów dla poszczególnych obór i całej populacji.



W badaniach celowo wybrano lata 1989-93, ze względu na nasilenie kryzysu w Polsce. Chciano się przekonać, czy w tych warunkach rolnicy wykorzystując sytuację gospodarczą, podejmowali racjonalne decyzje, dotyczące brakowania zwierząt ze stad, usuwając sztuki gorsze.

### 3. WYNIKI I Dyskusja

Analizując długość życia krów wybrakowanych w latach 1989-93 w 10 wybranych oborach rozmieszczonych na terenie Pomorza Środkowego stwierdzono, że wyniosła ona średnio 4,8 lat (tabela 3). Najdłużej żyły krowy w oborach: Kusowo - 5,6 lat i Kobylniki - 5,4 lata, zaś najkrócej w oborze Ciele - 3,3 lata. Zbliżone wyniki uzyskali inni autorzy [8, 10, 11, 12, 17, 20, 21]. Podają oni, że średnia długość życia krów rasy n.c.b. w ostatnim dwudziestolecu waha się od 4,0 do 5,9 lat. Z danych zamieszczonych w tabeli 4 wynika, że średnia długość życia wybrakowanych krów w gospodarstwach rolników indywidualnych wyniosła 5,5 lat. Podobny rezultat, w odniesieniu do przedstawionych powyżej wyników za okres 1989-93, uzyskali Lipiński i Polak [8], którzy podają, że przeciętna długość życia w sektorze prywatnym waha się od 5 do 10 lat. Zalewski i wsp. [20] podają, że na Lubelszczyźnie po roku 1980 długość życia krów wynosiła 4,3-6,8 lat.

Stwierdzono, że w okresie analizowanych pięciu lat badań wybrakowano z obór wielkostadnych 6089 sztuk, co stanowiło 29,3% początkowej liczebności krów objętych badaniami. Z sektora prywatnego w tym czasie usunięto 2847 krów, co stanowiło 24,3% początkowej liczebności krów (tabela 1, 2). Podobne wyniki około 30% uzyskali Nowicki i Salej [10]. Według Lipińskiego [7], w roku 1980 w Polsce usunięto 27% krów, zaś w oborach państwowych aż 29,3%. Na fermach wielkostadnych brakuje się średnio 28,9-33,0% krów [5].

W tabeli 5 przedstawiono przyczyny brakowania krów w 10 oborach sektora publicznego woj. bydgoskiego w latach 1989-93. W całej zbiorowości krów wybrakowanych wypadki losowe były najważniejszą przyczyną powodującą usunięcie zwierząt z dalszego chowu. Z tego powodu w latach 1989-93 wyeliminowano 37,8% krów. Najwięcej krów wybrakowano z obory Ciechocin - 77,2% i Głogówek - 57,8%, a najmniej z obory Ciele - 4,3%. W pozostałych oborach brakowanie krów z powodu wypadków losowych kształtowało się na poziomie od 13,9 do 44,7%. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy [2, 16, 20]. W gospodarstwach rolników indywidualnych w analizowanym okresie wybrakowano z powodu wypadków losowych 32,2% krów (tabela 6). Najwięcej zwierząt usunięto w 1989 roku (35,3%), a najmniej (28,4%) w roku 1990. W porównaniu do sektora publicznego, gospodarstwa rolników indywidualnych charakteryzowały się niższym procentem brakowania z powodu wypadków losowych. Na podstawie wyżej przedstawionych danych można przypuszczać, że rolnicy indywidualni prawdopodobnie zapewnili zwierzętom lepsze warunki utrzymania i użytkowania.

Jałowość to druga co do wielkości przyczyna usuwania zwierząt z obór wielkostadnych. Wielkość ta na przestrzeni lat 1989-93 wyniosła 31,7% (tab. 5). Najwięcej krów z tego powodu usunięto z obory Kusowo - 82,2%, a najmniej z obory Ciechocin - 8,6%. W pozostałych oborach procent brakowania z powodu jałowości wahał się od 17,0 do 49,7%. Zbliżone wyniki uzyskali również inni autorzy [3, 4, 11, 13, 21]. Według Lipińskiego [7], w roku 1980 w woj. bydgoskim w oborach PGR brakowano z powodu jałowości 41% krów. Z gospodarstw rolników indywidualnych w latach 1989-93 usunięto z powodu jałowości 23,2% krów (tab. 6), czyli prawie o 10% mniej krów niż z obór wielkostadnych. Najwięcej zwierząt wybrakowano z tego powodu w 1993 roku - 25,1%, a najmniej w 1992 - 21,3% krów.

Tabela 3. Struktura wiekowa i średnia długość życia wybrakowanych krów w poszczególnych oborach sektora publicznego w latach 1989-1993  
 Table 3. Age and average lifespan of culled cows on some Polish state farms: 1989-1993

Obory - Cowsheds	Lata życia - Age (years old)													Liczba krów (szt.) razem Total num- ber of cows	Średnia dłu- gość życia Average length of life
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
	Kobylniki n	16	56	35	47	32	47	25	11	11	2	-	-		
Ciechocin n	112	283	233	181	140	95	75	39	19	26	12	6	1221	5,0	
Grocholim n	39	282	231	211	130	108	47	22	11	6	2	-	1089	4,8	
Ciele n	119	281	71	41	11	3	2	1	-	-	-	-	529	3,4	
Dąbrówka n	20	67	71	50	37	23	14	2	2	-	-	-	286	4,6	
Głogówiec n	43	117	58	51	47	27	16	5	2	2	3	1	372	4,5	
Markowice n	47	130	110	130	81	46	21	7	7	3	-	-	582	4,7	
Szarlej n	30	139	85	86	20	43	15	14	6	6	-	-	444	4,6	
Kusowo n	13	106	96	131	120	91	35	25	22	12	5	2	658	5,6	
Brzyskorzyszewko n	24	125	106	133	88	56	36	33	12	9	3	1	626	5,3	
Razem - Total n	463	1586	1096	1061	706	539	286	159	92	66	25	10	6089	4,8	
%	7,6	26,0	18,1	17,4	11,6	8,8	4,7	2,6	1,5	1,1	0,4	0,2	100		

Tabela 4. Struktura wiekowa i średnia długość życia wybrakowanych krów w gospodarstwach rolników indywidualnych w latach 1989-1993  
 Table 4. Age and average lifespan of culled cows on Polish private farms: 1989-93

Rok Year	Lata życia - Age (years old)														Liczba krów razem (szt) Total number of cows	Średnia długość życia Average length of live
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1989	n 26	163	113	98	73	64	61	34	27	19	13	4	13	698	5,7	
	%	3,7	23,4	16,2	14,0	10,4	9,2	8,7	3,5	3,9	2,7	1,9	0,6	100 %		
1990	n 28	169	122	103	72	64	62	24	27	17	11	3	9	711	5,5	
	%	3,9	23,7	17,1	14,5	10,1	9,0	8,7	3,4	3,8	2,4	1,6	0,5	100 %		
1991	n 25	145	101	87	65	59	54	20	25	16	10	4	7	618	5,6	
	%	4,1	23,5	16,3	14,0	10,5	9,6	8,8	3,3	4,0	2,5	1,6	0,6	100 %		
1992	n 29	106	73	62	47	41	40	15	17	11	7	2	7	457	5,5	
	%	6,4	23,1	15,9	13,6	10,2	9,1	8,7	3,4	3,7	2,4	1,5	0,5	100 %		
1993	n 34	83	57	45	36	30	31	12	14	9	5	1	6	363	5,4	
	%	9,4	22,9	15,7	12,4	9,9	8,3	8,5	3,3	3,8	2,5	1,4	0,3	100 %		
Razem	n 142	666	466	395	293	258	248	95	110	72	46	14	14	2847	5,5	
Total	%	4,9	23,4	16,4	13,9	10,3	9,1	8,7	3,3	3,9	2,5	1,6	0,5	100 %		

Tabela 5. Charakterystyka przyczyn brakowania w oborach sektora publicznego woj. bydgoskiego  
 Table 5. Cows culling factors on state farms in Bydgoszcz province

Lp.	Obory - Cowsheeds		Przyczyny brakowań - Culling factors									Razem Total	
	n	%	02	03	04	05	06	07	08	09	n	%	
1	Kobylniki	n %	3 1,1	91 32,3	9 3,2	48 17,0	1 0,4	-	4 1,4	126 44,7	282		
2	Ciechocin	n %	14 1,1	143 11,7	13 1,1	105 8,6	-	3 0,2	-	943 77,2	1221		
3	Grocholín	n %	20 1,8	434 39,9	1 0,1	248 22,8	88 8,1	-	15 1,4	283 26,0	1089		
4	Ciele	n %	210 39,7	21 3,9	-	240 45,4	-	-	35 6,6	23 4,3	529		
5	Dąbrówka	n %	36 12,6	125 43,7	12 4,2	60 20,9	-	-	1 0,3	52 18,2	286		
6	Głogówiec	n %	1 0,3	55 14,8	4 1,1	96 25,8	1 0,3	-	-	215 57,8	372		
7	Markowice	n %	3 0,5	201 34,5	12 2,1	138 23,7	-	-	-	228 39,2	582		
8	Szarlej	n %	-	41 9,2	123 27,7	146 32,9	2 0,5	1 0,2	3 0,7	128 28,8	444		
9	Kusowo	n %	1 0,2	24 3,6	-	541 82,2	-	-	-	92 13,9	658		
10	Brzykorzystewko	n %	-	94 15,0	4 0,6	311 49,7	1 0,2	1 0,2	1 0,2	214 34,2	626		
Razem - Total			288 4,7	1229 20,2	178 2,9	1933 31,7	93 1,5	5 0,1	59 1,1	2304 37,8	6089 100 %		

02 - sprzedaz do obory - sold to other cowsheeds

03 - niska wydajność - low milk yield

04 - choroby wymienia - udder diseases

05 - jałowość - sterility

06 - choroby zakaźne - infectious diseases

07 - starość - old age

08 - białaczka - leukemia

09 - wypadki losowe - accidental injuries

Tabela 6. Rozkład przyczyn brakowania krów w gospodarstwach u 100 rolników indywidualnych w latach 1989-93  
 Table 6. Cows culling factor data gathered on 100 private farms: 1989-93

Rok - Year	Przyczyny brakowania - Culling factors										Razem (szk.) Total
	02	03	04	05	06	07	08	09			
1989	n 99	156 14,2	19 2,7	166 23,7	-	3 0,4	9 1,3	246 35,3			698
1990	n 169	163 23,7	11 1,6	153 21,6	-	1 0,1	12 1,7	202 28,4			711
1991	n 98	133 15,8	20 3,2	152 24,6	7 1,1	4 0,7	11 1,8	193 31,2			618
1992	n 87	84 19,1	7 1,6	98 21,3	1 0,3	9 1,9	11 2,4	160 35,0			457
1993	n 80	58 22,0	7 1,9	91 25,1	-	6 1,7	5 1,4	116 31,9			363
Razem - Total	n 533	594 18,7	64 2,2	660 23,2	8 0,3	23 0,8	48 1,7	917 32,2			2847 100 %

02 - sprzedaż do obory - sold to other cowsheds

03 - niska wydajność - low milk yield

04 - choroby wymienia - udder diseases

05 - jałowość - sterility

06 - choroby zakaźne - infectious diseases

07 - starość - old age

08 - białaczka - leukemia

09 - wypadki losowe - accidental

Niska wydajność to powód brakowania, którego wielkość zależy od hodowcy i teoretycznie ma wpływ na wzrost postępu hodowlanego i produkcyjnego. Obliczono, że w badanych oborach z powodu niskiej wydajności na przestrzeni lat 1989-93 usunięto 20,2% krów (tab. 5). Najwięcej krów wybrakowano z obór: Dąbrówka - 43,7% i Grocholin - 39,9%, a najmniej z obory Kusowo - 3,6%. Zbliżone wyniki uzyskali inni autorzy [1, 2, 3, 5, 6, 7, 15, 19]. Według Lipińskiego [7], w 1980 roku co piąta krowa ubywała z powodu niskiej wydajności. W tym samym roku na Lubelszczyźnie stwierdzono 33,7% wybrakowań z tego powodu. Z gospodarstw rolników indywidualnych usunięto od 1989 do 1993 roku z powodu niskiej wydajności 20,9% krów (tab. 6). Najwięcej krów wybrakowano z tego powodu w 1990 roku - 22,9%, a najmniej w 1993 roku - 16%. W pozostałych latach procent brakowania wahał się od 18,4% do 22,4%.

Choroby wymienia były czwartą najczęściej występującą przyczyną brakowania. Z obór wielkostadnych na przestrzeni lat 1989-93 zostało usuniętych 2,9% krów (tab. 5). Najwięcej krów z tego powodu wybrakowano z obory Szarłej 27,7%. W pozostałych oborach procent brakowania z powodu chorób wymienia wahał się od 0,1% do 4,2% krów. Stwierdzono, że w ciągu pięciu badanych lat (1989-93) w oborach: Ciele i Kusowo ani jedna krowa nie została usunięta z powodu chorób wymienia. Litwińczuk i wsp. [9] uzyskali niższy procent brakowania z powodu chorób wymienia, wynoszący 16% krów. Inni autorzy [7, 11, 21] podają, że procent brakowanych krów z tego powodu w ich badaniach wahał się od 6,3% do 7,3%. Z sektora prywatnego na przestrzeni lat 1989-93 usunięto z powodu chorób wymienia 2,2% krów (tab. 6). Najwięcej krów wybrakowano z tej przyczyny w 1991 roku - 3,2%.

Z powodu białaczki z badanych obór wielkostadnych usunięto 1,1% krów (tab. 5). W oborach: Cieclocin, Głogówek, Markowice, Kusowo nie stwierdzono brakowania z powodu białaczki. Natomiast najwięcej krów z tej przyczyny usunięto z obory Ciele 6,6%. W pozostałych oborach procent brakowania z powodu białaczki wahał się od 0,2% do 1,4%. Z sektora prywatnego usunięto w tym czasie 1,7% krów (tab. 6). Najwięcej krów wybrakowano z powodu białaczki w 1992 roku - 2,4%. Inni autorzy [3, 4, 5, 9, 11, 19] podają, że odsetek krów brakowanych w wyniku występowania białaczki w kraju waha się od 0,4% do 12,3%. W wyniku pozostałych chorób zakaźnych, tj. gruźlicy i brucelozы wybrakowano 1,5% krów z obór wielkostadnych w latach 1989-93 (tab. 5). Najwięcej krów z tego powodu usunięto z obory Grocholin 8,1%. W pozostałych oborach procent brakowania kształtował się na zbliżonym poziomie i wahał się od 0,2% do 0,5% krów. Z sektora prywatnego w tym czasie usunięto 0,3% krów z powodu chorób zakaźnych. Należy nadmienić, że w latach 1989, 1990, 1993 z tej przyczyny nie usunięto ani jednej krowy z gospodarstw rolników indywidualnych. Spośród ogłoszonych prac [10, 11, 19, 20] wynika, że procent brakowanych krów z powodu chorób zakaźnych jest mniejszy niż w badanych oborach i waha się od 0,3% do 4,5%.

Z powodu starości wybrakowano z sektora publicznego 0,1% krów (tab. 5). Najwięcej krów starych usunięto z obór: Cieclocin, Szarłej, Brzyskorzystewko. Z gospodarstw rolników indywidualnych usunięto 0,8% krów na przestrzeni lat 1989-93. Najwięcej zwierząt wybrakowano z powodu starości w 1992 roku - 1,9%, a najmniej w 1990 roku - 0,1%. Inni autorzy podają nieco wyższy procent usuniętych krów z tego powodu - od 1,9% do 2,9% [5, 11].

W latach 1989-93 sprzedano do obór nie objętych systemem Symlek 4,7% krów. Natomiast z gospodarstw rolników indywidualnych sprzedano do tych obór aż 18,7% krów (tab. 5, 6).

## 4. WNIOSKI

Dokonana analiza długości życia i przyczyn brakowania krów rasy n.c.b. pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Średni wiek brakowanych krów pochodzących z obór wielkostadnych wyniósł 4,8 lat, a w gospodarstwach rolników indywidualnych 5,5 lat. Większość krów była więc usuwana ze stada przed osiągnięciem maksymalnych możliwości produkcyjnych.
2. Ogólny procent brakowania krów w 10 analizowanych wielkostadnych oborach w latach 1989-93 wyniósł 29,3%, a w gospodarstwach rolników indywidualnych kształtował się na poziomie 24,3%. Procent brakowania w ciągu 5 badanych lat kształtował się różnie: 28,9% - 1989 roku, 31,9% - 1990 roku, 27,3% - 1991 roku, 29,8% - 1992 roku, 28,3% - 1993 roku w oborach wielkostadnych. W gospodarstwach rolników indywidualnych najwięcej krów wybrakowano w 1990 roku - 26,8%, a najmniej w 1991 roku - 22,3%.
3. Głównymi przyczynami brakowania krów w badanych gospodarstwach były: wypadki losowe, jałowość, niska wydajność

## LITERATURA

- [1] Chmielnik, H., Jankowska M., Rohde A., 1991: Długość użytkowania i przyczyny brakowania krów c.b. z różnym udziałem krwi H.F. PTZ Warszawa, Zesz. Nauk., 3, 51-56.
- [2] Czaplicka M., Gebler A., Puchajda Z., 1994: Długość użytkowania i przyczyny brakowania krów rasy c.b. i mieszańców c.b. x h.f. z różnym udziałem krwi h.f. Prz. Hod., 14, 67-71.
- [3] Detkens S., 1974: Spostrzeżenia na temat długowieczności i przyczyn brakowania krów. Prz. Hod., 1, 3-4.
- [4] Dymnicki E., Osińska M., Sobczyńska M., Jasiorowski T., 1985: Czynniki wpływające na długość okresu międzywycieleniowego oraz przyczyn wybrakowania krów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 300, 257-262.
- [5] Fiedorowicz G., 1987: Brakowanie krów na fermach wielkostadnych. Prz. Hod., 3, 22-23.
- [6] Krencik D., Łukaszewicz M., 1991: Przyczyny brakowania krów w okręgu olsztyńskim. Prz. Hod., 1, 3-4.
- [7] Lipiński J., 1982: Przyczyny brakowania krów w Polsce. Prz. Hod., 8, 20-22.
- [8] Lipiński J., Polak Z., 1980: Struktura wiekowa stada krów w Polsce. Prz. Hod., 4, 9-11.
- [9] Litwińczuk Z., Borkowska D., Oberda A., 1984: Obserwacje nad długością użytkowania mlecznego i przyczynami brakowania krów w oborze zarodowej. Med. Wet., 2, 122-125.
- [10] Nowicki B., Salej E., 1970: Długość okresu użytkowania krów. Prz. Hod., 22, 1.
- [11] Olko-Bagińska T., 1988: Okres użytkowania krów n.c.b. a opłacalność produkcji mleka. Prz. Hod., 24, 20-27.
- [12] Pawlina E., Pałasz A., 1974: Długość życia i mlecznego użytkowania krów. Prz. Hod., 22, 18-19.

- [13] Rosochowicz Ł., Wołoszyński W., 1978: Analiza brakowania krów w kombinacie PGR Manieczki. Roczn. Nauk Zoot., Monografie i Rozprawy, PWN, Warszawa, 8, 16-27.
- [14] Skrzypek R., 1978: Spostrzeżenia nad długowiecznością krów mlecznych oraz możliwości jej poprawienia. Prz. Hod., 8, 16-18.
- [15] Stenzel R., Kamieniecki K., 1979: Charakterystyka rozrodu bydła n.c.b. z obór państwowych na terenie Lubelszczyzny. Prz. Hod., 23, 8-10.
- [16] Syrtach O., 1973: Skutki intensywnego brakowania w stadach krów mlecznych. Prz. Nauk Lit. Zoot., PWN, Warszawa, 3-4, 26.
- [17] Sznajder M., Marciniak H., 1981: Przyczynek do rozważań na temat długości życia i użytkowania krów. Prz. Hod., 5, 9-10.
- [18] Szyszkowski L., Żuk B., 1974: Długość użytkowania krów mlecznych w świetle badań nad niektórymi czynnikami ją warunkującymi. Roczn. Nauk Rol., PWN, Warszawa, Seria B, t.95, 4, 8-19.
- [19] Trautman J., Tarkowski J., Szwaś M., 1990: Średni wiek życia i wydajności krów simentalskich oraz przyczyny ich brakowania. Med. Wet., 8, 298-301.
- [20] Zalewski W., Litwińczuk Z., Kamieniecki K., 1989: Chów i hodowla bydła w rejonie środkowo-wschodniej Polski. Długość życia i przyczyny brakowania krów. Roczn. Nauk Rol., PWN, Warszawa, Seria D, t.215, 87-89.
- [21] Zalewski W., Stenzel R., Woźniak J., Małejko W., 1981: Niektóre aspekty długości życia, użytkowania i brakowania krów. Prz. Hod., 2, 5-6.
- [22] Żuk B., 1969: Optymalny okres użytkowania krów mlecznych w stadach selekcyjowanych. Post. Nauk Rol., 2/116, 91-98.

## **LENGTH OF THE PRODUCTION PERIOD AND REASONS FOR CULLING COWS IN THE CENTRAL POMERANIA**

### **Summary**

The objective of the research was to determine the duration of life as well as size and reasons for culling Black and White cows in cowsheds of the Central Pomerania, in the years 1989-93, over a period of transition in the domestic economy.

8936 cows were examined and the results have been obtained as follows:

1. The culling rates were 29,3% for commercial farms and 24,3% for individual farms.
2. The average age of cows culled amounted to 4,8 years and 5,5 years, respectively.
3. Primary reasons for culling cows on examined farms were accidental injuries, sterility and low milk yield.



## **PRZYPADKI WIELOKROTNYCH TĘTNIC NERKOWYCH U LISA SREBRZYSTEGO (*Vulpes vulpes* L.)**

Witold Brudnicki, Ryszard Jabłoński, Benedykt Skoczylas, Cezariusz Wiland

Zakład Anatomii Zwierząt, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Bernardyńska 6/8, 85-084 Bydgoszcz

*Synopsis.* Obserwacje przeprowadzone na 29 lisach srebrzystych wykazały obecność wielokrotnych tętnic nerkowych u 5 (17,2%) osobników. Odmianę tę z większą częstotliwością spotykano u samców. Ponadto, w 27 (93,0%) przypadkach zaobserwowano odejście pnia tętnicy przeponowej doogonowej i tętnicy brzusznej doczaszkowej od tętnicy nerkowej. Wszystkie przypadki dotyczyły tętnicy prawostronnej.

### 1. WSTĘP

Badając odgałęzienia aorty brzusznej u zwierząt drapieżnych, stwierdzono występowanie wielokrotnych tętnic nerkowych. Opisano je u psa [8, 9], kota [3], norki amerykańskiej i piesaka [13] oraz jenota [4]. Przypadki występowania wielokrotnych tętnic nerkowych spotykano także u człowieka [1, 2, 6, 9, 11]. Nie spotkano publikacji omawiającej to zagadnienie u lisa srebrzystego. Dlatego postanowiono opisać zaobserwowane przypadki zmienności w sposobie odejścia tętnic nerkowych u tego gatunku, celem porównania uzyskanych wyników z danymi innych autorów.

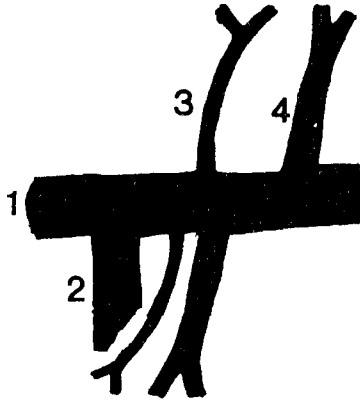
### 2. MATERIAŁ I METODY

Obserwacje przeprowadzono na 29 lisach srebrzystych pochodzących z fermy hodowlanej. Materiał obejmował 11 samców i 18 samic. Tętnice zwierząt wypełniono lateksem wprowadzonym przez tętnicę udową za pomocą strzykawki lekarskiej. Celem dokładnego wypełnienia odgałęzień aorty brzusznej, przed przystąpieniem do iniekcji rozcinano klatkę piersiową i przewiązywano aortę na wysokości przepony. Po utrwaleniu materiału w 5% roztworze formaliny preparowano tętnice nerkowe, wykonywano opisy oraz odpowiednie pomiary.

### 3. WYNIKI

Z aorty brzusznej lisa srebrzystego, za tętnicą krezkową doczaszkową, odchodzą na boki jej pierwsze dwa odgałęzienia parzyste, tj. pnie tętnic przeponowej doogonowej i tętnicy brzusznej doczaszkowej oraz tętnice nerkowe. W stosunku do odejścia tętnicy krezkowej doczaszkowej, prawa tętnica nerkowa odchodziła od aorty w odległości od

0,3 do 1,6 cm (średnio 0,85 cm), a tętnica nerkowa lewa oddzielała się w odległości 0,9-2,3 cm (średnio 1,6 cm). Na tej przestrzeni przed tętnicami nerkowymi znajdowały się odczyna pni tętnicy przeponowej doogonowej i tętnicy brzusznej doczaszkowej (rys. 1).



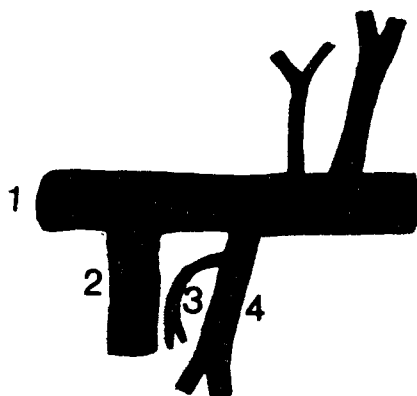
Rys.1. Odgałęzienia aorty brzusznej: 1 - aorta, 2 - tętnica krezkowa doczaszkowa (a. mesenterica cranialis), 3 - pień tętnic przeponowej doogonowej i brzusznej doczaszkowej (a. truncus a. phrenica caudalis et a. abdominalis cranialis), 4 - tętnica nerkowa (a. renalis)

Fig.1. Branching of the abdominal aorta: 1 - aorta, 2 - mesenteric cranial artery, 3 - truncus phrenic caudal artery and abdominal cranial artery, 4 - renal artery

W 27 (93,0%) przypadkach od tętnicy nerkowej prawej odchodził pień tętnicy przeponowej doogonowej i tętnicy brzusznej doczaszkowej, podczas gdy drugostronny we wszystkich przypadkach był bezpośrednim rozgałęzieniem aorty (rys.2). Odległość między obustronnymi tętnicami nerkowymi wahała się w granicach od 0,1 do 2,0 cm. We wszystkich przypadkach tętnica nerkowa lewa odchodziła od aorty doogonowo w stosunku do tętnicy nerkowej prawej. Tętnica nerkowa prawa jest zwykle nieco dłuższa od tętnicy drugostronnej, na skutek przesunięcia nerki w kierunku doczaszkowym. Średnia długość tego naczynia wynosiła 1,40 cm, natomiast średnia długość tętnicy nerkowej lewej osiągała wartość 1,15 cm. Tętnice nerkowe przed osiągnięciem wnęki nerkowej dzielą się zwykle na gałąź grzbietową i brzuszna. Gałęzie te z kolei przed wniknięciem w miąższość nerki ulegają wtórnym podziałom.

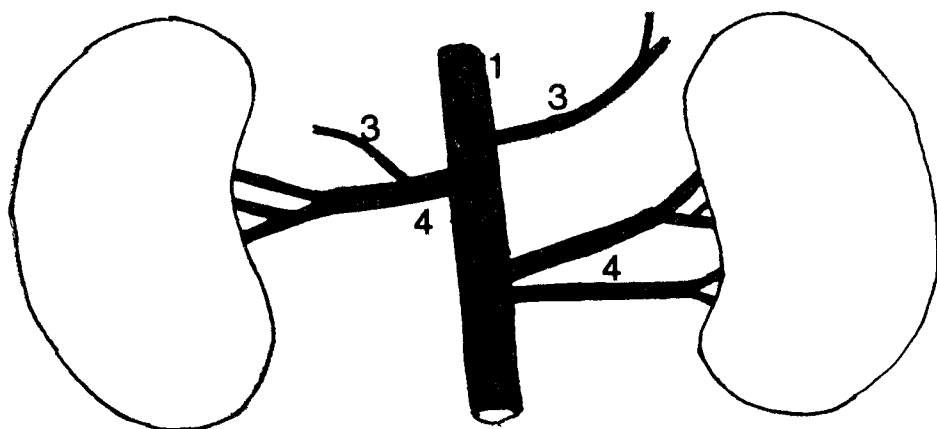
W 5 przypadkach (17,2%) znaleziono odmiany naczyniowe w postaci podwójnych tętnic nerkowych. Ta wielokrotność tętnic nerkowych we wszystkich przypadkach dotyczyła naczyń lewostronnych (rys.3).

Tego typu odczyna stwierdzono u 4 (13,0%) samców, a w jednym przypadku u samicy. W czterech przypadkach podwójne tętnice nerkowe lewe były dłuższe od leżących po przeciwnej stronie pojedynczych tętnic nerkowych prawych.



Rys. 2. Przypadki odejścia pnia tętnic przeponowej doogonowej i tętnicy brzusznej doczaszkowej od tętnicy nerkowej prawej

Fig.2. The cases of the truncus phrenic caudal artery and abdominal cranial artery was originated from the righth renal artery



Rys.3. Przypadki występowania podwójnych tętnic nerkowych

Fig.3. The cases of multiple renal arteries

#### 4. DYSKUSJA

Tętnice nerkowe podobnie jak narząd, który zaopatrują, przechodzą cały szereg przemian w trakcie ontogenezy. Zdaniem Grodzińskiego [5], w tworzeniu ostatecznego drzewa naczyniowego istotny wpływ wywierają skupiska tworzących się tkanek. Według Siebera [10], u niższych kręgowców tętnice nerkowe są z reguły naczyniami wielokrotnymi, a u ssaków z reguły naczyniami pojedynczymi. Przypadki występowania wielokrotnych tętnic nerkowych u człowieka związane są w prostym stosunku z obserwowaną w budowie nerki wewnętrzną segmentacją [1, 2, 9]. Jak podają Ajmaru i Ajma-

szki [2], występowanie podwójnych tętnic nerkowych jest ściśle związane ze słabszym wykształceniem odgałęzień w mięszu nerek przez główne naczynie. Według Kocha [7] oraz Reis i Tepe [10], wielokrotne tętnice nerkowe u psa występują stosunkowo często, ale autorzy ci nie przedstawiają dokładniejszych danych liczbowych. W badanym materiale 5 przypadków wielokrotnych tętnic nerkowych u lisa srebrzystego stanowi 17,2% ogólnej liczby badanych przypadków. U norki amerykańskiej Wiland i Knasiecka [13] znaleźli je u 11,7%, a u piesaka tylko w 2,5% badanych przypadków. U jenota Brudnicki i wsp. [4] podwójne tętnice nerkowe znaleźli również tylko u 3,5% badanych osobników. Wszyscy wymienieni autorzy zgodnie twierdzą, że wielokrotnym naczyniem jest zwykle tętnica nerkowa lewa. W przeciwieństwie do norki amerykańskiej i piesaka u lisa srebrzystego wielokrotne tętnice nerkowe występowały z większą częstotliwością u samców. Żaden z wymienionych autorów nie wspomina o pniu tętnicy przeponowej doogonowej i tętnicy brzusznej doczaszkowej jako o jednym z odgałęzień tętnicy nerkowej. Należy uznać więc, że ostateczne drzewo naczyniowe to wynik działania z jednej strony czynników genetycznych, a z drugiej strony różnorodnych procesów organotwórczych.

## 5. WNIOSKI

1. U lisa srebrzystego regułą jest odejście pnia tętnicy przeponowej doogonowej i tętnicy brzusznej doczaszkowej od tętnicy nerkowej prawej, które stwierdzono w 93% badanych przypadków.
2. Wielokrotne tętnice nerkowe u badanego gatunku znaleziono wyłącznie po stronie lewej.
3. Zjawisko wielokrotności tętnic nerkowych z większą częstotliwością obserwowano u samców.

## LITERATURA

- [1] Alba J., Vaida A., Sido G., 1973: Ein Fall mehrfacher besieitger Nierenanomalien bei Menschen. *Anat. Anz.*, 133: 207-213.
- [2] Ajmaru H.L., Ajmaszi K., 1983: To study the intrarenal vascular segments of human kidney by corrosion cast technique. *Anat. Anz.*, 154: 293-303.
- [3] Berg R., 1961: Systematische Untersuchungen über das Verhalten der Aste der Aorta abdominalis bei *Felis domestica*. *Anat. Anz.* 110:224-250.
- [4] Brudnicki W., Jabłoński R., Skoczylas B., 1986: Przypadki wielokrotnych tętnic nerkowych, aa. renales u jenota (*Nyctereutes procyonoides* Gray). *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 140, *Zoot.* 14: 25-28.
- [5] Grodziński Z., 1962: Zasady rozwoju naczyń krwionośnych u kręgowców. *Studia Soc. Scient. Toruń* 6, s.E: 1-44.
- [6] Jeremiejew C.G., 1966: K woprosu formirowania poczcznoy arterii w aspekcie segmentarnogo strojenija arterialnej sistemy organa. *Arch. Anat.* 51:23-27.
- [7] Koch T., 1970: *Lehrbuch der Veterinar-Anatomie. Jena Bd. III.*
- [8] Miller M.E., 1964: *Anatomy of the dog. Philadelphia, London.*

- [9] Młynarczyk L., Woźniak W., Kiersz A., 1965: Variation in der Anzahl und in Verlauf der Nierenarterien. *Anat. Anz.*, 118: 67-81.
- [10] Reis R.H., Teppe P., 1966: Variations the patern of renal vessels and their relation to the type of posterior vena cava in the dog (*Canis familiaris*). *A. J. Anat.* 99: 1-15.
- [11] Rudenskaja E.S., Gusejnow J.S., 1977: Mnożestwiennyje poczecznyje arterii czelowieka. *Arch. Anat.*, 73: 54-64.
- [12] Sieber H.F., 1903: Zur vergleichenden Anatomie der Bauch und Beckenhöhle bei den Haussaugentieren. *Inaugural Dissert. Zurich* 115.
- [13] Wiland C., Knasiecka V., 1970: Przypadki wielokrotnych tętnic nerkowych u norki i lisa niebieskiego. *Rocz. WSR Poznań*, 49: 107-111.

## THE MULTIPLE RENAL ARTERIES IN THE SILVER FOX

### Summary

The renal arteries of the 29 silver foxes were studied. It was found 17,2% cases of the multiple renal arteries and all at the left side. The most part of cases 13% were male. In 93% cases truncus phrenic caudal artery and abdominal cranial artery were originated from the righth renal artery.



## **PRZYPADEK ODMIANY NACZYNIOWEJ W OBRĘBIE KOŁA TĘTNICZEGO MÓZGU U LISA SREBRZYSTEGO (*Vulpes vulpes* L.)**

Cezariusz Wiland, Barbara Zawadzińska<sup>1</sup>

Zakład Anatomii Zwierząt, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Bernardyńska 6/8, 85-084 Bydgoszcz

<sup>1</sup>Zakład Histologii Zwierząt, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Mazowiecka 28, 85-029 Bydgoszcz

*Synopsis.* Prowadząc badania tętnic podstawy mózgowia u 44 osobników lisa srebrzystego znaleziono szczególnie przypadek odmiany naczyniowej. Odmiana ta polegała na silnej redukcji jednostronnej tętnicy doogonowej mózgu. Na tym preparacie tętnica doogonowa mózgu była odgałęzieniem od tętnicy podstawnej, a nie od tętnicy łączącej doogonowej.

### 1. WSTĘP

Z literatury wynika, że u człowieka zmienność w obrębie tętnic podstawy mózgowia jest znaczna. Według takich autorów jak Adachi Hasebe [1], Kohmann [4], Mitterwallner [5], w obrębie koła tętniczego mózgu tylko około 3% badanych przypadków można uznać za układy zbudowane regularnie. Z prac przeprowadzonych przez takich autorów jak Brown [2], Tanuma [6], Wiland [8] wynika, że tętnice podstawy mózgowia zwierząt drapieżnych wykazują tylko niewielką zmienność budowy. Odmiany naczyniowe u zwierząt drapieżnych spotyka się sporadycznie. Znaleziono odmianę naczyniową w obrębie tętnic doprowadzających krew do mózgowia jenota, która jest sposobem dojścia tych tętnic u człowieka [3].

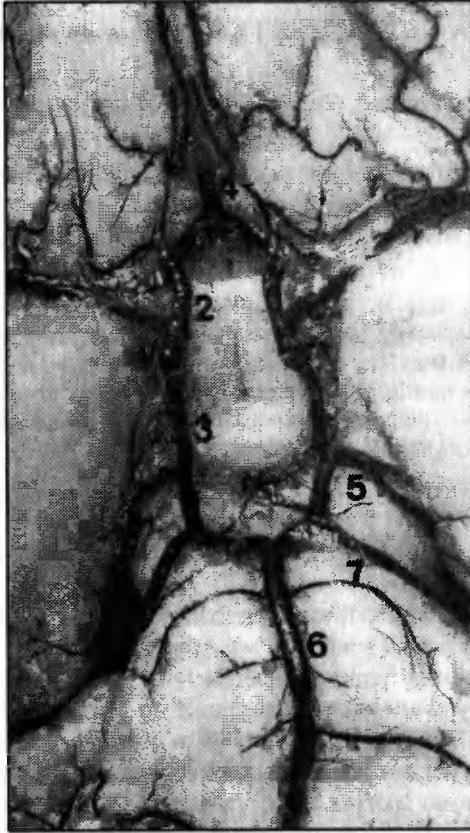
Dlatego opisy przypadków odmian naczyniowych u zwierząt nawiązujące do budowy koła tętniczego mózgu u człowieka stanowią materiał dowodowy prowadzący do wyjaśnienia przyczyn powstawania różnych innych przypadków zmienności.

### 2. MATERIAŁ I METODA

Materiałem były mózgi 44 lisów srebrzystych. Tętnice głowy wypełniano syntetycznym lateksem przez tętnicę szyjną wspólną. Głowy utrwalano przez okres trzech miesięcy w 5% roztworze formaliny. Następnie kości odwapniano w 5% roztworze kwasu azotowego, następnie wypreparowano mózgowia i preparowano tętnice.

## 3. WYNIKI

U lisów srebrzystych, tak jak u większości ssaków, krew jest dostarczana do mózgu przez tętnice szyjne wewnętrzne i tętnice kręgowie, które formują na podstawie mózgowia koło tętnicze mózgu i tętnicę podstawną (fot. 1).



Fot. 1. Prawidłowo zbudowany krąg tętniczy mózgu u lisa srebrzystego: 1 - tętnica szyjna wewnętrzna, 2 - tętnica donosowa mózgu, 3 - tętnica łącząca doogonowa, 4 - tętnica ciała modzelowatego, 5 - tętnica doogonowa mózgu, 6 - tętnica podstawna, 7 - tętnica donosowa mózdzku

Phot. 1. Arterial circle of the base of the brain in silver fox: 1 - internal carotid artery, 2 - rostral cerebral artery, 3 - caudal communicating artery, 4 - corpus callosum artery, 5 - caudal cerebral artery, 6 - basilar artery, 7 - rostral cerebellar artery

Tętnica szyjna wewnętrzna (*a. cerebri interior* - 1) po przebicciu opony twardej dzieli się na tętnicę donosową mózgu (*a. cerebri rostralis* - 2) i tętnicę łączącą doogonową (*a. communicans caudalis* - 3). Tętnica donosowa mózgu biegnie do przodu ku szczelinie pośrodkowej, gdzie z drugą tętnicą tworzy nieparzystą tętnicę ciała modzelowatego (*a. corporis callosi* - 4) zamykającej z przodu koło tętnicze mózgu.



Tętnica łącząca doogonowa kieruje się do tyłu i razem z drugostronną tętnicą wpadają do tętnicy podstawnej. Od tętnicy łączącej doogonowej pod przyśrodkową krawędź płata gruszkowatego odchodzi tętnica doogonowa mózgu (*a. cerebri caudalis* - 5).

Tętnica podstawna (*a. basilaris* - 6) powstaje z zespolenia tętnic kręgowych i biegnie wzdłuż rdzenia przedłużonego i mostu. Po minięciu donosowej granicy mostu łączy się z tętnicami łączącymi doogonowymi i oddaje tętnice donosowe mózdzku (*a. cerebelli rostralis* - 7).

W badanym materiale zarówno tętnice doogonowe mózgu i tętnice donosowego mózdzku miały zbliżone do siebie średnice.

Na jednym mózgowiu (2,27%) stwierdzono, że prawostronna tętnica łącząca doogonowa była naczyniem o znacznie mniejszej średnicy niż naczynie lewostronne (fot.2).



Fot.2. Przypadek uwsteczniczenia jednostronnej tętnicy łączącej doogonowej - 3. Odejscie od tętnicy podstawnej - 6 tętnicy donosowej mózdzku prawej - 7 i tętnicy doogonowej mózgu - 5. Odejscie tętnicy donosowej mózdzku od pętli naczyniowej - A

Phot.2. Reduction of unilateral caudal communicating artery - 3. Divided the basilar artery - 6 on the right cerebellar artery - 7 and on the right caudal cerebral artery - 5. The buttonhole formation - A

Tętnica podstawna po minięciu donosowego brzegu mostu dzieli się po każdej stronie na dwa odgałęzienia. Prawostronne odgałęzienia rozpoznano kolejno jako tętnicę donosową mózdzku i tętnicę doogonową mózgu. Lewostronne odgałęzienie tworzyły fragment wyspy naczyniowej - A. Odgałęzienie biegnące wzdłuż donosowej krawędzi mostu przedłużało się dalej w tętnicę donosową mózdzku. Kolejne odgałęzienie to odcinek końcowy tętnicy łączącej doogonowej, z którego bierze początek tętnica doogonowa mózgu oraz gałązka połączeniowa do tętnicy donosowej mózdzku, która jednocześnie jest także jednym z odcinków obserwowanej tu wyspy naczyniowej.

#### 4. DYSKUSJA

Opisany przypadek odmiany naczyniowej wskazuje, że układ tętnic koła tętniczego u tego osobnika po prawej stronie odpowiadał układowi tętnic u człowieka. Powstanie tej odmiany miało związek z odmiennym odejściem i układem drugostronnych odgałęzień tętnicy podstawnej. Sugeruje to jednocześnie, że przyczyną redukcji jednostronnej tętnicy łączącej doogonowej był lokalny spadek ciśnienia krwi. Ponadto wytłumaczeniem powstania właśnie takiej odmiany są tu także sugestie Wilanda [7], który wykazał na obszernym materiale porównawczym, że zmienność ma pewne ograniczenia. Zmienność polegająca na zróżnicowaniu połączeń między naczyniami i odmianach naczyniowych u jednych gatunków nawiązuje do typów unaczynienia występujących jako reguła u innych gatunków. Dlatego pojawienie się opisanej odmiany naczyniowej u tego osobnika psa jest nie tylko kolejnym potwierdzeniem tych wniosków, ale także wskazuje na funkcjonowanie w czasie ontogenezy puli informacji determinujących ostateczny kształt poszczególnych struktur anatomicznych.

Częstość pojawiania się określonych odmian naczyniowych u poszczególnych gatunków jest różna. Niektóre odmiany naczyniowe u drapieżnych spotykane są stosunkowo często. W obrębie koła tętniczego mózgu u drapieżnych Wiland [8] znajdował u różnych gatunków w odsetku od 2,4 % do 5 % badanych osobników redukcję jednostronnej tętnicy donosowej mózgu. Opisana odmiana naczyniowa jest bardzo sporadycznym przypadkiem. W pracy [8] opisana jest zmienność w obrębie układu tętnic u 459 osobników różnych gatunków drapieżnych. Podobnie Tanuma [6] u 55 osobników psa oraz Brudnicki i wsp. [3] na 43 osobnikach jenota nie znaleźli podobnego przypadku odmiany naczyniowej.

#### 5. WNIOSKI

1. U lisów srebrzystych obustronne tętnice doogonowe mózgu są odgałęzieniami tętnicy łączącej doogonowej.
2. Znalaziono odmianę naczyniową, gdzie jednostronna tętnica doogonowa mózgu była odgałęzieniem tętnicy podstawnej.
3. Z opisaną odmianą naczyniową związana była redukcja prawostronnej tętnicy łączącej doogonowej i występowanie w obrębie drugostronnych naczyń wyspy.

#### LITERATURA

- [1] Adachi Hasebe, 1928: Das arteriensystem der Japaner. 1. 111-124

- [2] Brown J.O., 1966: Some observations on the cerebral arterial circle of mink (*Mustela vison*). *Anat. Rec.*, 161, 311-324.
- [3] Brudnicki W., Wiland C., Jabłoński R., 1994: Basilar arteries of the brain in racoon dog (*Nyctereustes procyonoides*, Gray 1834). *Archivum Veterinarium Polonicum*, 34, 141-147.
- [4] Kochmann St., 1957: Układ tętnic podstawy mózgowia u człowieka. *Folia Morphol.* (Warszawa), 8, 229-239.
- [5] Mitterwallner F., 1958: Variationsstatische Untersuchungen an den basalen Hirngefassen. *Acta Anat.*, 24, 51-87.
- [6] Tanuma K., 1981: Morphological study on the Circle of Willis in the dog. *Okajimas Anat. Jpn.*, 58, 155-176.
- [7] Wiland C., 1974: Czynniki wpływające na zmienność tętnic podstawy mózgowia u ssaków. *Przegl. Zool.*, 18, 400-416.
- [8] Wiland C., 1980: Zmienność tętnic podstawy mózgowia w populacjach gatunków z rodziny psowatych i łasicowatych. *BTN, Prace Wydz. Nauk Przyrodniczych, S-B*, 29, 73-92.

## THE CASE OF VARIABILITY OF ARTERIAL CIRCLE IN SILVER FOX

### Summary

During reaserches of basilar arteries of the brain of 44 foxes it was found particular event of an arterial variation. In one case was found with a hard reduction unilateral caudal communicating artery. In the same time between contralateral basal artery and caudal communicating artery and rostral cerebellar artery exist a buttonhole formation. On that case unilateral caudal cerebral artery branching of the basilar artery.



## ZMIENNOŚĆ TĘTNIC ŁUKU AORTY U LISA SREBRZYSTEGO (*Vulpes vulpes* L.)

Cezariusz Wiland, Irena Kubica<sup>1</sup>, Barbara Zawadzińska<sup>2</sup>

Zakład Anatomii Zwierząt, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Bernardyńska 6/8, 85-084 Bydgoszcz

<sup>1</sup>Katedra Zoologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

<sup>2</sup>Zakład Histologii Zwierząt, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

*Synopsis.* Badania wykonane na 47 osobnikach lisa srebrzystego wykazały, że łuk aorty zachowuje się podobnie jak u pozostałych zwierząt drapieżnych. Znalaziono dwie odmiany naczyniowe. Na jednym preparacie od łuku aorty odchodziła jedna tętnica, z której brały początek dalsze odgałęzienia. W następnym przypadku od łuku aorty odchodził wspólny pień dla tętnic szyjnych wspólnych oraz kolejno obustronne tętnice podobojczykowe. U 8,4% przypadków wspólny pień tętnic szyjnych wspólnych oddzielał się od tętnicy ramienno-głowej.

### 1. WSTĘP

Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że badania nad głównymi tętnicami łuku aorty zostały opisane głównie u psa. W literaturze znalaziono prace [2, 3, 4, 5, 10, 13, 14], w których autorzy omawiają nie tylko ich budowę, ale opisują także przypadki odmian naczyniowych.

U pozostałych przedstawicieli psowatych znalaziono tylko pojedyncze prace o budowie tętnic łuku aorty u norki amerykańskiej [15], u pastelowej odmiany lisa [9] i u lisa polarnego [8] oraz u jenoty [6]. Porównując wyniki uzyskane przez tych autorów stwierdzono, że w odejściu tętnic łuku aorty występują różnice. Znalaziono także przypadki odmian naczyniowych. Ze względu na szczupły materiał porównawczy postanowiono przedstawić uzyskane wyniki z podobnymi danymi zaobserwowanymi u badanych osobników lisa srebrzystego.

### 2. MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzono na 47 lisach srebrzystych (*Vulpes vulpes* L.) pozyskanych z ferm hodowlanych znajdujących się na terenie woj. bydgoskiego. Tętnice lisów wypełniono lateksem wprowadzonym do aorty brzusznej przy zastosowaniu strzykawki o dużej pojemności. Materiał utrwalano w 5% roztworze formaliny przez okres 3 miesięcy. Następnie po przecięciu klatki piersiowej i wyjęciu żeber preparowano łuk aorty i jego odgałęzienia. Wypreparowane naczynia opisywano i fotografowano.

## 3. WYNIKI

Od łuku aorty u lisów odchodzą tętnica ramienno-głowa i tętnica podobojczykowa lewa (fot.1).



Fot.1. Odgałęzienie głównych tętnic łuku aorty - tętnica ramienno-głowa - A (*a. brachiocephalica*) - 1, tętnica szyjna wspólna lewa (*a. carotis communis sinistra*) - 2, tętnica szyjna wspólna prawa (*a. carotis communis dextra*) - 3, tętnica podobojczykowa prawa (*a. subclavia dextra*) - 4, tętnica podobojczykowa lewa (*a. subclavia sinistra*) - 5, tętnica piersiowa wewnętrzna (*a. thoracica interna*) - a, tętnica kręgową (*a. vertebralis*) - b, pień żebrowo-szyjny (*truncus costocervicalis*) - c, tętnica szyjna powierzchowna (*a. cervicalis superficialis*) - d, tętnica pachowa (*a. axillaris*) - e

Phot.1. Main arteries of aortic arch - A branchial cephalic artery - 1, left cervical artery - 2, right cervical artery - 3, right sub-clavian artery - 4, left sub-clavian artery - 5, deep toracic artery - a, vertebral artery - b, common trunk for the costo-carotid artery - c, cervical artery - d, axilar artery - e

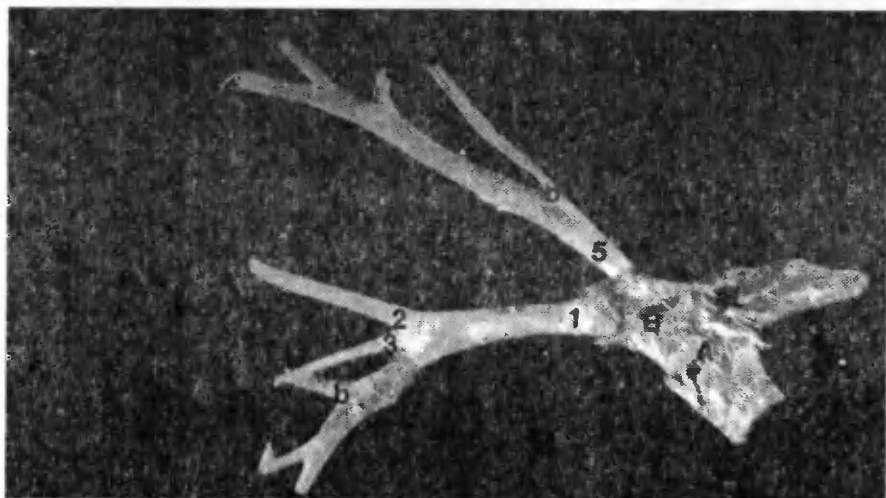
Tętnica ramienno-głowa (*a. brachiocephalica*) jest pierwszym dużym pniem biegnącym na prawo i dogłowo oraz brzusznie od tchawicy. Tętnica ramienno-głowa oddaje lewą i prawą tętnicę szyjną wspólną i następnie przedłuża się w tętnicę podobojczykową prawą.

Od każdej tętnicy podobojczykowej (*a. subclavia*) odchodzą z dobrzusznej powierzchni tętnica piersiowa wewnętrzna (*a. thoracica interna*), która kieruje się doogonowo pod mięsień poprzeczny klatki piersiowej. Z dogrzbietowej powierzchni tętnicy podobojczykowej odgałęzia się najpierw tętnica kręgową (*a. vertebralis*), kierując się do otworu poprzecznego 6 kręgu szyjnego. Następnie pień żebrowo-szyjny (*truncus costocervicalis*), który kieruje się dogrzbietowo do pierwszej przestrzeni międzyżebrowej, gdzie następnie ulega dalszemu podziałowi.

Z dogłowej powierzchni tętnicy podobojczykowej oddziela się tętnica szyjna powierzchowna (*a. cervicalis superficialis*), która zaopatruje okolice barkowo-szyjną. Po odejściu wymienionych naczyń tętnica podobojczykowa przechodzi w tętnicę pachową.

wą (*a. axillaris*). Tętnica pachowa owija się dookoła pierwszego żebra i kieruje się do kończyny piersiowej.

W stosunku do przedstawionego opisu w sposobie odejścia i podziału tętnic odchodzących od łuku aorty znaleziono następujące różnice. Na jednym preparacie od łuku aorty odchodziło jedno naczynie - pień ramiennie-główny (*truncus brachiocephalicus*) o długości 0,76 mm. Z pnia ramiennie-głównego najpierw w kierunku dogrzebiotowym odchodziła tętnica podobojczykowa lewa, a następnie tętnica ramiennie-główna o długości 1,91 cm. Następnie tętnica ramiennie-główna na tym samym poziomie dzieliła się na tętnice szyjne wspólne i tętnicę podobojczykową prawą (fot.2).

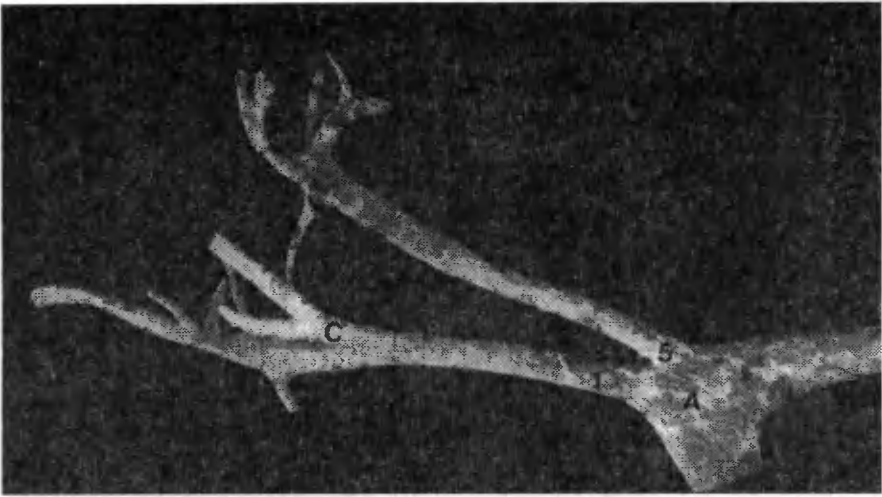


Fot. 2. Odejście od łuku aorty - A pnia ramiennie-głównego (*truncus brachiocephalicus*) - B, z którego odchodzi tętnica ramiennie-główna (*a. brachiocephalica*) - 1 i tętnica podobojczykowa lewa - 5, tętnice szyjne wspólne - 2, 3, tętnice kręgowie - b

Phot.2. Divided from aortic arch - A brachial cephalic trunk - B. Brachial cephalic trunk divided on brachial cephalic artery - 1 and left sub-clavian artery - 5, common carotid artery - 2,3, vertebral artery - b

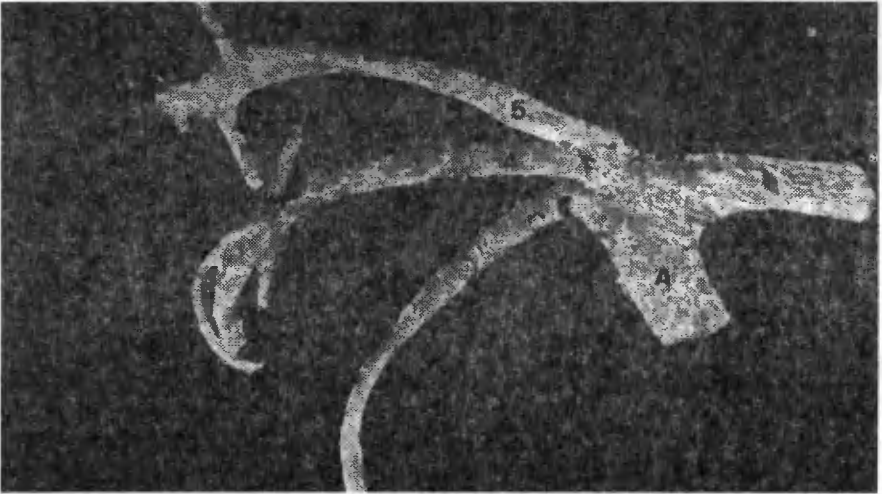
Taki sposób odejścia tętnic szyjnych wspólnych znaleziono także w dalszych 7 przypadkach. Najczęściej, bo na 34 preparatach, tętnice szyjne wspólne odchodziły od siebie w pewnym oddaleniu. Odległość tego odejścia była zmienna i wahała się od 0,26 do 1,07 cm. Na pozostałych 4 preparatach tętnice szyjne wspólne wytwarzały wspólny pień (*truncus bicaroticus*, fot. 3).

W ostatnim przypadku od łuku aorty odchodziły kolejno trzy naczynia: pień tętnic szyjnych o długości 2,4 cm, następnie tętnica podobojczykowa prawa i tętnica podobojczykowa lewa. Odejście tętnicy podobojczykowej lewej przesunięte było w kierunku aorty zstępującej (fot. 4).



Fot. 3. Odejscie od łuku aorty - A tętnicy ramiennie-głowowej - 1 i tętnicy podobojczykowej lewej - 5. Z tętnicy ramiennie-głowowej wyosabnia się wspólny pień dla tętnic szyjnych (*truncus bicaroticus*) - C

Phot.3. Divide of the aorte arch - A on the brachial cephalic artery - 1, and left sub-clavian artery - 5. The brachial cephalic artery leave the common trunk of carotid artery - C



Fot.4. Odejscie od łuku aorty - A pnia tętnic szyjnych wspólnych - C, tętnica podobojczykowa prawa - 4, tętnica podobojczykowa lewa - 5

Phot.4. Within the arteries of the aorta arch - A, common trunk of united carotid arteries has been found - C, right sub-clavian artery - 4, left sub-clavian artery - 5



#### 4. DYSKUSJA

U badanych lisów srebrzystych oprócz normalnego u drapieżnych odejścia od łuku aorty dwóch samodzielnych naczyń znaleziono także inne sposoby odejścia, które można uznać za odmiany naczyniowe. Na 47 przebadanych osobnikach znaleziono u jednego osobnika odejście od łuku aorty jednej tętnicy. Podobny sposób odejścia od łuku aorty tylko jednego odgałęzienia znalazł Wiland [15] u jednej norki amerykańskiej na 120 przebadanych osobników. Odejście od łuku aorty jednego naczynia jest cechą stałą przeżuwaczy i konia. U tych gatunków naczynie to opisywane jest jako pień ramienno-główny [12].

Druga z obserwowanych odmian naczyniowych polegała na odejściu od łuku aorty najpierw wspólnego pnia dla tętnic szyjnych wspólnych. Odejście od łuku aorty wspólnego pnia dla tętnic szyjnych wspólnych opisał jednego osobnika norki amerykańskiej (0,7%) Wiland [15], oraz u jednego osobnika lisa polarnego (1,3%) Knasiecka [8]. Na tych preparatach tętnica ramienno-główna jest zredukowana. Brak tętnicy ramienno-głównowej u człowieka opisali Aleksandrowicz [1] i Jarosch [7]. Wśród tych przypadków, tylko u norki amerykańskiej sposób odejścia kolejnych gałęzi był taki sam, jak u lisa srebrzystego. Natomiast u lisa polarnego były to kolejno: tętnica podobojczykowa lewa, tętnica kręgową lewa i tętnica podobojczykowa prawa.

W innych przypadkach znaleziono odejście wspólnego pnia dla tętnic szyjnych wspólnych od tętnicy ramienno-głównowej. Zarówno z badań własnych, jak i danych z piśmiennictwa zdaje się wynikać, że jest to u drapieżnych dosyć często spotykany sposób odejścia. Znaleziony w badanym materiale w 8,4% przypadków wspólny pień dla tętnic szyjnych wspólnych opisała Knasiecka [8] u 15,4% lisów polarnych, Wiland [15] u 6,6% norki amerykańskiej, Jabłoński i wsp. [6] u 1,7% jenota oraz Miller [11] u 3,2% psów.

Z przedstawionych danych wynika, że obserwowane u lisa srebrzystego przypadki odmian naczyniowych były opisane także u innych gatunków zwierząt. Jedne z odmian występują częściej, a inne tylko sporadycznie. Dlatego badania te są jeszcze jednym przyczynkiem wskazującym na występowanie w organizmach zwierząt mechanizmów ograniczających zmienność układów anatomicznych.

#### 5. WNIOSKI

1. Łuk aorty u lisa srebrzystego zachowuje się podobnie jak u pozostałych zwierząt drapieżnych.
2. Znalezione dwa przypadki odmian naczyniowych opisywane były także u innych gatunków drapieżnych.
3. Występujący w niektórych przypadkach wspólny pień dla tętnic szyjnych wspólnych odchodził najczęściej od tętnicy ramienno-głównowej, choć może być także bezpośrednim odgałęzieniem łuku aorty.

#### LITERATURA

- [1] Aleksandrowicz R., 1967: Dwa przypadki braku pnia ramienno-głównego. *Folia Morphol. (Warszawa)*, 26, 235 - 237

- [2] Bard A., 1959: Prisevok k topografickej anatómii kréných orgánov u psa s osobistym zretelóm na veterinarnu praxi. *Folia Veterinaria*, 3, 37-53
- [3] Chromow B.M., 1972: Anatomija sobaki, Leningrad
- [4] Frese K., 1962: Über Anomalien des Aortenbogens beim Hund. *Zentralblatt für Veterinärmedizin*, 9, 787-804
- [5] Giese G., 1941: Über die Arterien der Halses und des Vordergliedmasse beim Hund insbesondere ihr topographisches Vorhalten. Diss.
- [6] Jabłoński R., Brudnicki W., Wiland C., 1987: Główne tętnice łuku aorty i sposób odejścia ich gałęzi u jenota (*Nyctereutes procyonoides Gray*). *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy* 150, *Zootechnika* 15, 23-35.
- [7] Jarosch E., 1967: Truncus bicaroticus und Ductus Botalli persistans bei fehlender Aortenbogen. *Anat. Anz.*, 120, 70.
- [8] Knasiecka V., 1970: Łuk aorty u lisa polarnego. *Rocz. WSR Poznań.*, 49, 53-68.
- [9] Knasiecka V., 1987: Arteries of the Aortic Arch in Pastel Fox (*Vulpes vulpes fulva*). *Folia Morphol. (Warszawa)*, 46, 39-44.
- [10] Marthen G., 1940: Über die Arterien der Körperwand des Hundes. *Morphologisches Jahrbuch.*, 84, 187-219.
- [11] Miller M., 1964: *Anatomy of the dog*. Philadelphia, London.
- [12] Pilarski W., 1978: *Weterynaryjne mianownictwo anatomiczne*. PWN, Warszawa.
- [13] Smollisch A., Berg R., 1959: Beobachtungen über des Verhalten der Äste des Aortenbogens bei familiaris, *Felis domestica*, und *Sus scrofa domesticus*. *Anat. Anz.*, 107, 309-316.
- [14] Solio A., Zabala A.M., 1967: The thoracic aorta and its branches in the philiphine native dog. *The Philiphine. J. of Vet. Med.*, 6, 75-81.
- [15] Wiland C., 1974: Zmienność tętnic podstawy mózgowia i łuku aorty u norki amerykańskiej. *BTN, Prace Wydziału Nauk Przyrodniczych S-B*, 20, 79-108.

## VARIABILITY OF ARTERIES OF AORTIC ARCH IN SILVER FOX

### Summary

Investigations concerning the exit, course and matability of main stems of the artery of the aortic arch were made on 47 silver foxes. Silver fox is a variety of *Vulpes vulpes L.*

The observations proved that aortic arch in silver fox behaved similiary as in the remainig carnivorous animals.

Two vascular variations have been found. One of these consisted in reduction of the branchiat cephalic artery, and second one in the deviation of the left subclavian artery from the branchial - cephalic one.

Within the arteries of the aorta arch bicarotid trunk has been in 8,4% of the cases.

## GAŁĘZIE KOROWE TĘTNICY ŚRODKOWEJ MÓZGU U JELENIA EUROPEJSKIEGO (*Cervus elaphus* L.)

Ryszard Jabłoński, Irena Kubica<sup>1</sup>, Benedykt Skoczylas, Cezariusz Wiland

Zakład Anatomii Zwierząt, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Bernardyńska 6/8, 85-029 Bydgoszcz

<sup>1</sup>Katedra Zoologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

*Synopsis.* Układ anatomiczny tętnicy środkowej mózgu u jelenia opisano na 28 półkulach mózgowych. Stwierdzono, że tętnica ta oddaje dziesięć stałych odgałęzień. Dwie tętnice węchowe zaopatrujące obszar mózgowia leżący na granicy pomiędzy starą, a nową korą. Pozostałe osiem odgałęzień rozpada się na trzy gałęzie idące w okolicę czołową, dwa odgałęzienia do okolicy ciemieniowej i trzy odgałęzienia skroniowe, które zaopatrują wyłącznie nową korę. Gałęzie czołowe, ciemieniowe i skroniowe mogą odchodzić samodzielnie od głównego pnia tętnicy środkowej mózgu, lub tworzyć najpierw wspólne pnie. Wspólne pnie dla poszczególnych zespołów odgałęzień opisano jako tętnicę środkową mózgu przednią, górną i tylną.

### 1. WSTĘP

W literaturze znaleziono opisy odgałęzień korowych tętnicy środkowej mózgu u świni domowej [9], kota [3] i u niektórych gatunków drapieżnych [12], a także u człowieka [1, 7, 8]. Z prac tych wynika, że na sposób podziału tętnicy mózgu na poszczególne odgałęzienia wywierają swój wpływ takie czynniki, jak budowa i sposób po-brużdzenia płaszczka, przynależność systematyczna gatunku i inne. Według Brauera i Schobera [2] układ bruzd na powierzchni płaszczka u jelenia wykazuje znaczne różnice budowy w stosunku do układu bruzd u dotychczas przebadanych gatunków.

W dostępnej literaturze znaleziono tylko podstawowe dane o budowie tętnic mózgowia u jelenia [5, 6]. Tętnice doprowadzające krew do mózgowia opisano w [4]. U innych gatunków parzystokopytnych znaleziono opis odgałęzień korowych tętnicy środkowej mózgu u żubra [11].

Dlatego biorąc pod uwagę wyniki badań innych autorów, postanowiono opisać budowę i zaobserwowaną zmienność odgałęzień tętnicy środkowej mózgu także u jelenia.

### 2. MATERIAŁ I METODA

Do obserwacji tętnicy środkowej mózgu posłużyły głowy czternastu jeleni, pozyskane od osobników z terenu Pomorza. Prowadzono obserwacje na obu półkulach, tj.

łącznie opisano 28 tętnic środkowych mózgu. Tętnice wypełniano płynnym lateksem, który zdaniem Westa [10] zapewnia dokładne wypełnienie nawet drobnych naczyń. Głowy utrwalano w 5% roztworze formaliny przez okres trzech miesięcy, a następnie po usunięciu mięśni, kości odwapniano w 5% kwasie solnym i wyjmowano mózgowia. Następnie opisywano i fotografowano odgałęzienia tętnicy środkowej mózgu.

### 3. WYNIKI

U jelenia z sieci dziwnej nadoponowej, obejmującej przysadkę mózgową, w kierunku podstawy mózgowia biegą tętnice szyjne mózgowia (a. cerebri cervicales - rys.1 - a). Tętnica szyjna mózgowia po przebicium opony twardej dzieli się na tętnicę donosową mózgu (a. cerebri rostralis - rys.1 - b) i na tętnicę łączącą doogonową (a. communicans caudalis - rys.1 - e), które wraz z naczyniami drugostronnymi tworzą koło tętnicze mózgu (circulus arteriosus cerebri). Tętnica donosowa mózgu rozdzwaja się na tętnicę środkową mózgu i tętnicę brzezną (a. marginalis - rys.1 - c). Tętnica środkowa mózgu (a. cerebri media) jest najsilniejszym odgałęzieniem koła tętniczego mózgu, zaopatrującym część kresomózgowia. Początkowa część głównego pnia tętnicy środkowej mózgu układa się na dobrzuszej powierzchni pasma wzrokowego, przysiódkowo od płata gruszkowatego (rys.1 - PG). Następnie pień ten zagina się wokół płata gruszkowatego i biegnie przed jego donosowym brzegiem, leżąc na powierzchni pasm węchowych i kieruje się do bruzdy węchowej bocznej (rys.1 - RHL). Przed osiągnięciem bruzdy węchowej bocznej odchodzą od głównego pnia tętnicy środkowej mózgu poszczególne jej odgałęzienia, które kierują się do właściwego obszaru półkuli mózgowej i dalej rozgałęziają się na swoim obszarze półkuli. Najgrubsze odgałęzienie pnia wnika do szczeliny Sylwiusza (rys.1 - FS) i ulega dalej podziałom na kolejne odgałęzienia.

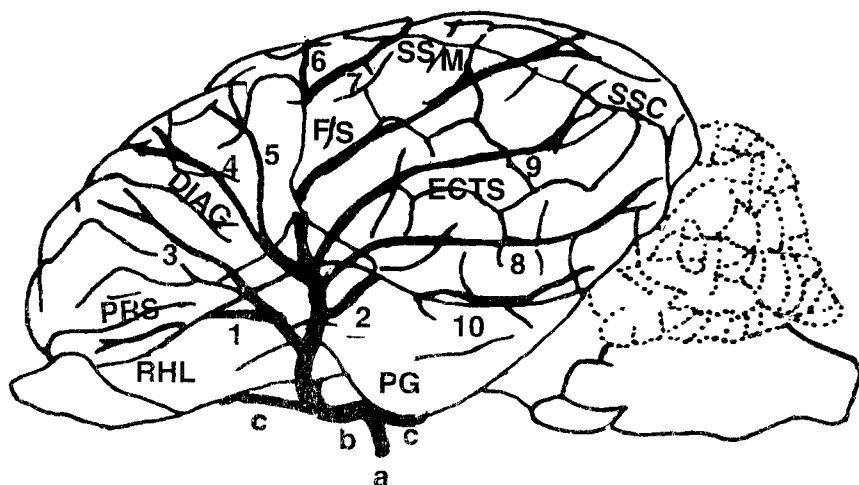
Do stałych gałęzi korowych tętnicy środkowej mózgu należą: tętnica węchowa przednia (a. rhinalis anterior - rys.1 - 1), która kieruje się do donosowej części bruzdy węchowej bocznej, w którą może wnikać w różnych miejscach. Następnie jedna lub kilka jej odgałęzień wyłania się ponownie na powierzchnię płaszczka, gdzie rozpada się na szereg odgałęzień leżących poniżej bruzdy dziobowej (rys.1 - PRS).

Tętnica węchowa tylna (a. rhinalis posterior - rys.1 - 2), podobnie jak poprzednie naczynie, wnika w doogonową część bruzdy węchowej bocznej. Wydestające się z bruzdy jej dalsze odgałęzienia układają się na powierzchni płata gruszkowatego i na części kory leżącej bezpośrednio ponad bruzdą węchową boczną.

Na bocznej wypukłej powierzchni płaszczka odgałęzienia tętnicy środkowej mózgu rozpadają się na gałęzie czołowe, ciemieniowe i skroniowe. Gałęzie czołowe rozprzestrzeniają się pomiędzy bruzdą dziobową (rys.1 - PRS) a szczeliną Sylwiusza (rys.1 - FS).

Gałąź oczodołowa (r. orbitalis - rys.1 - 3) zaopatruje obszar płaszczka leżący pomiędzy bruzdą dziobową - PRS a bruzdą kątową - DIAG. Gałąź oczodołowa dolna (r. frontalis inferior - rys.1 - 4) i gałąź czołowa górna (r. frontalis superior - rys.1 - 5) leżą ponad bruzdą kątową a szczeliną Sylwiusza jako wyraźnie dwa grubsze odgałęzienia. Odgałęzienie wnikające do wewnątrz szczeliny Sylwiusza wyłania się ponownie na powierzchnię płaszczka i tu najczęściej rozpada się na gałąź ciemieniową przednią (r. parietalis anterior - rys.1 - 6) i gałąź ciemieniową tylną (r. parietalis posterior - rys.1 - 7), które następnie kierują się ku bruzdzie nadsylwiuszowej przysiódkowej (rys.1 - SSM). Po minięciu bruzdy nadsylwiuszowej przysiódkowej naczynia te rozgałęziają się dalej

w kierunku przyśrodkowym, osiągając bruzdę brzezną. Gałęzie ciemieniowe są najcieńszymi odgałęzieniami tętnicy środkowej mózgu.



Rys.1. Schemat rozgałęzień tętnicy środkowej mózgu u jelenia. Tętnica węchowa przednia (a. rhinalis anterior) - 1, tętnica węchowa tylna (a. rhinalis posterior) - 2, gałąź oczodołowa (r. orbitalis) - 3, gałąź czołowa dolna (r. frontalis inferior) - 4, gałąź czołowa górna (r. frontalis superior) - 5, gałąź ciemieniowa przednia (r. parietalis anterior) - 6, gałąź ciemieniowa tylna (r. parietalis posterior) - 7, gałąź skroniowa dolna (r. temporalis inferior) - 8, gałąź skroniowa środkowa (r. temporalis medium) - 9, gałąź skroniowa górna (a. temporalis superior) - 10, tętnica szyjna mózgowia (a. cerebri) - a, tętnice donosowe mózgu (a. cerebri rostralis) - b, tętnica bieżna (a. marginalis) - c, tętnica łącząca doogonowa (a. communicans caudalis) - e, bruzda kątowa (sulcus diagonalis) - DIAG, szczelina Sylwiusza (fisura sylwia) - FS, bruzda sylwiuszowa zewnętrzna (sulcus ectosylvius) - ECTS, płąt gruszkowaty (lobus piriformis) - PG, bruzda dziobowa (sulcus proreus) - PRS, bruzda węchowa boczna (sulcus rhinalis lateralis) - RHL, bruzda nadsylwiuszowa przyśrodkowa (sulcus suprasylvius medius) - SSM, bruzda nadsylwiuszowa doogonowa (sulcus suprasylvius caudalis) - SSC

Fig.1. Cortical branches of middle cerebral artery in stag. Anterior olfactory artery - 1, posterior olfactory artery - 2, orbital branch - 3, rostral frontal branch - 4, upper frontal branch - 5, rostral parietal branch - 6, caudal parietal branch - 7, caudal temporal branch - 8, middle temporal branch - 9, upper temporal branch - 10, cerebral artery - a, rostral cerebral artery - b, marginal artery - c, caudal communicating artery - e, diagonal sulcus - DIAG, Sylvian sulcus - FS, ectosylvian sulcus - ECTS, piriform area - PG, prorean sulcus - PRS, rhinal sulcus - RHL, median suprasylvian sulcus - SSC

Pozostały obszar płaszczki zaopatrują odgałęzienia skroniowe. Układają się one pomiędzy bruzdą węchową boczną, szczeliną Sylwiusza a układem bruzd nadsylwiuszowych tylnych w kierunku bruzdy brzeżnej i dalej w kierunku przyśrodkowym. Gałąź skroniowa dolna (r. temporalis inferior - rys.1 - 8) po oddzieleniu się od głównego pnia tętnicy środkowej mózgu, układa się na powierzchni płaszczki pomiędzy bruzdą węchową boczną a układem bruzd zewnętrzny (rys.1 - ECTS).

Gałąź skroniowa środkowa (r. temporalis medius - rys.1 - 9) biegnie ponad układem bruzd zewnętrznych i kieruje się do końcowego odcinka bruzdy nadsylwiuszowej tylnej (rys.1 - SSC). Po minięciu bruzdy nadsylwiuszowej tylnej jej odgałęzienia końcowe kierują się do tylnej krawędzi półkuli mózgowej.

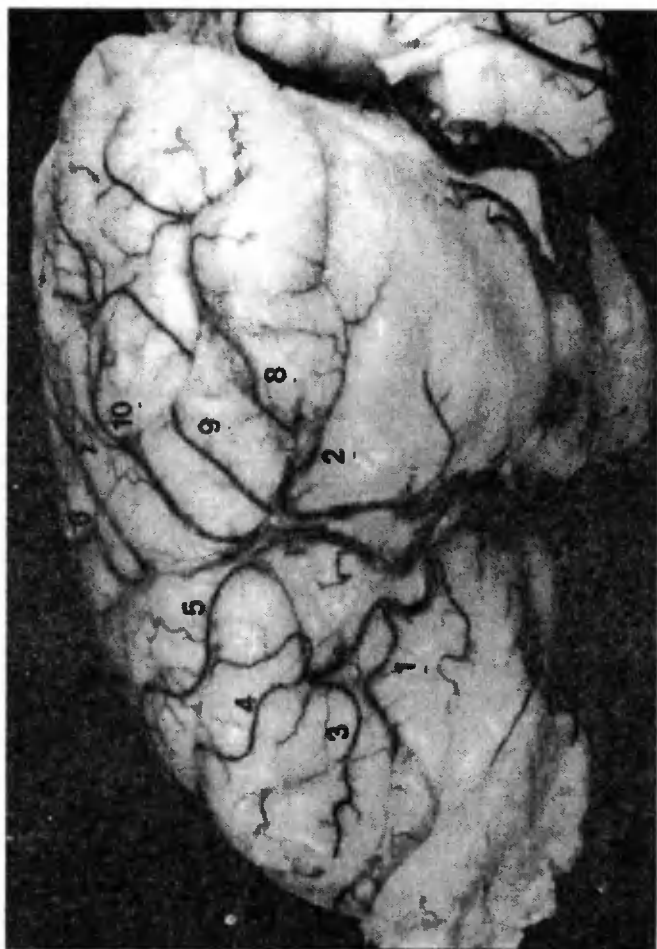
Gałąź skroniowa górna (r. temporalis superior - rys.1 - 10) jest ostatnim odgałęzieniem głównego pnia tętnicy środkowej mózgu, która zatacza łuk w kierunku bruzdy nadsylwiuszowej tylnej (rys.1 - SSC). Po przekroczeniu bruzdy nadsylwiuszowej tylnej biegnie dalej do tyłu i następnie przekracza bruzdę brzeżną.

Wszystkie z omówionych odgałęzień tętnicy środkowej mózgu wzdłuż swojego przebiegu mogą wnikać w odpowiednie bruzdy płaszczka. Następnie w innych miejscach bruzdy wyłaniają się ponownie na jego powierzchnię, kierując się ku odpowiednim bruzdom końcowym. Końcowe odgałęzienia tętnicy środkowej mózgu nie przekraczają przyśrodkowej krawędzi półkuli mózgowej.

W stosunku do przedstawionego opisu, w sposobie odejścia poszczególnych gałęzi tętnicy środkowej mózgu, znaleziono różne sposoby jej podziału na odgałęzienia końcowe, które przedstawiają się następująco: na 7 półkulach mózgowych od głównego pnia tętnicy środkowej mózgu odchodziło najpierw odgałęzienie, które było wspólnym pniem dla tętnicy węchowej przedniej i dla kolejnych 3 gałęzi czołowych. Następnie od głównego pnia odchodził wspólny pień dla tętnicy węchowej tylnej i gałęzi skroniowej dolnej. Główny pień po wnikięciu do szczeliny Sylwiusza dzielił się na wspólny pień dla tętnic ciemieniowych, oddawał gałąź skroniową środkową, a sam dalej przedłużał się w gałąź skroniową górną (fot. 1).

Na następnych 9 półkulach, od głównego pnia wzdłuż jego przebiegu odchodziły następujące odgałęzienia. Jako pierwsza samodzielnie odchodziła tętnica węchowa przednia. Kolejnym odgałęzieniem był wspólny pień dla tętnicy węchowej tylnej, gałęzi skroniowej dolnej i gałęzi skroniowej środkowej. Ponad tym odejściem znajdował się wspólny pień dla wszystkich odgałęzień czołowych. Główny pień tętnicy środkowej mózgu po wnikięciu w szczelinę Sylwiusza wyłaniał się na jej końcu i odchodziła od niego gałąź ciemieniowa przednia. Dalej następowało jego rozdzielenie na gałąź ciemieniową tylną i gałąź skroniową górną (fot. 2).

W kolejnych 7 przypadkach stwierdzono, że od głównego pnia tętnicy środkowej mózgu odchodził najpierw wspólny pień dla tętnicy węchowej przedniej i gałęzi oczodołowej. Kolejnym odgałęzieniem był idący do przodu wspólny pień dla gałęzi czołowej dolnej i górnej. Po oddaniu tych dwóch odgałęzień tętnica przedłużała się w kierunku bruzdy węchowej bocznej. Bezpośrednio przed osiągnięciem tej bruzdy odchodziła od niej tętnica węchowa tylna. Dalej już wewnątrz szczeliny Sylwiusza główny pień tętnicy środkowej mózgu rozdwajał się na wspólny pień dla gałęzi ciemieniowych i gałęzi skroniowych. Odgałęzienia skroniowe wydostawały się na powierzchnię wypukłą płaszczka i następnie podążały na różnych poziomach w kierunku krawędzi przyśrodkowej półkuli mózgowej (fot. 3). Na ostatnich 5 półkulach mózgowych główny pień tętnicy środkowej mózgu przed osiągnięciem bruzdy węchowej bocznej rozpadał się na 3 odgałęzienia. Jedno z tych odgałęzień było wspólnym pniem dla odgałęzień czołowych, następnie dla gałęzi ciemieniowych i ostatnie dla tętnicy węchowej tylnej i dla gałęzi skroniowych. Na tych półkulach tętnica węchowa przednia odchodziła samodzielnie od głównego pnia tętnicy środkowej mózgu (fot. 4).



Fot. 1. Samodzielne odejście od tętnicy środkowej mózgu odgałęzienia z którego początek biorą tętnica węchowa a przednia - 1, gałąź oczodołowa - 3, gałąź czołowa dolna - 4 i gałąź czołowa górna - 5. Drugim odgałęzieniem jest wspólny pień dla tętnicy węchowej tylnej - 2, gałęzi skroniowej dolnej - 8, i gałęzi skroniowej środkowej - 9. Gałąź skroniowa górna - 10, jest przedłużeniem głównego pnia tętnicy mózgu, z którego odchodzi wspólne odgałęzienie dla gałęzi ciemiennych - 6, 7

Phot. 1. Deviate from middle cerebral artery main trunk into anterior olfactoral artery - 1, orbital branch - 3, rostral frontal branch - 4, upper frontal branch - 5. Second main trunk parts into posterior olfactoral artery - 2, caudal temporal branch - 8, middle temporal branch - 9. Upper temporal branch - 10 is also the main trunk of middle cerebral artery and mutual trunk for parietal branches - 6, 7



Fot.2. Przypadek samodzielnego odejścia tętnicy wężowej przedniej - 1, gałęzi oczodołowej - 3. Występowanie wspólnego pnia dla tętnicy wężowej tylnej - 2, gałęzi skroniowej dolnej - 8, gałęzi skroniowej środkowej - 9. Następnie od głównego pnia tętnicy środkowej mózgu odchodzi gałąź czołowa dolna - 4, gałąź czołowa górna - 5, gałąź ciemieniowa przednia - 6, gałąź skroniowa tylna - 7 i gałąź skroniowa górna - 10

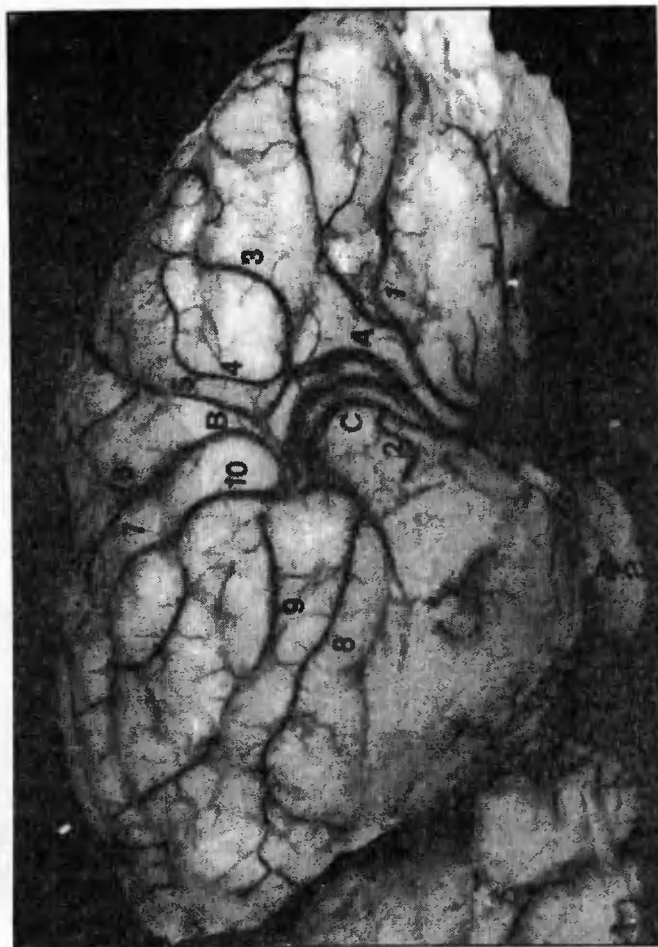
Phot.2. Anterior olfactory artery - 1, and orbital branch - 3 as individual vessels. Main trunk parts into posterior olfactory artery - 2, caudal temporal branch - 8, middle temporal branch - 9. Middle cerebral artery deviate on rostral frontal branch - 4, upper frontal branch - 5, rostral parietal branch - 6, caudal parietal branch - 7, and upper temporal branch - 10





Fot.3. Występowanie samodzielnego odejścia tętnicy węchowej przedniej - 1, gałęzi oczodołowej - 3, wspólny pień dla gałęzi czołowej dolnej - 4 i gałęzi czołowej górnej - 5. Samo-dzielne odejście tętnicy węchowej tylnej - 2. Podział głównego pnia tętnicy środkowej mózgu na tętnicę śród-kową mózgu górną - B i tętnicę śród-kową mózgu tylną - C; tętnica brzeżna - c, tętnica donosowa mózgu - b, tętnica łącząca doogonowa - e

Phot.3. Anterior olfactory artery - 1, and posterior olfactory artery - 2 as individual vessels. Main trunk parts into rostral frontal branch - 4, upper frontal branch - 5. Main trunk of middle cerebral artery parts into upper middle cerebral artery - B and caudal middle cerebral artery - C; marginal artery - c, rostral cerebral artery - b, caudal communicating artery - e



Fot. 4. Podział pnia tętnicy środkowej mózgu na tętnicę środkową mózgu przednią - A, tętnicę środkową mózgu górną - B, i tętnicę środkową mózgu tylną - C. Tętnica węchowa przednia - 1, jest samodzielnym odgałęzieniem a tętnica węchowa tylna - 2, oddziela się od tętnicy środkowej mózgu tylnej. Tętnica szyjna mózgowia - a

Phot. 4. In this case the main trunk of middle cerebral artery parts into rostral middle cerebral artery - A, upper middle cerebral artery - B, caudal middle cerebral artery - C. Anterior olfactory artery - 1 as individual vessels. Posterior olfactory artery - 2 deviate from caudal middle cerebral artery. Cerebral artery - a

#### 4. DYSKUSJA

Tętnica środkowa mózgu u jelenia zaopatruje te same obszary mózgowia jak i u innych gatunków ssaków i człowieka. Rozbieżności dotyczą głównie podziału jej na poszczególne odgałęzienia. Chadzypanagiotis [3], omawiając w pracy budowę tętnicy środkowej mózgu u kota, dzieli poszczególne jej odgałęzienia na naczynia zaopatrujące starą korę, naczynia leżące na granicy starej i nowej kory oraz naczynia dla nowej kory. Tętnice zaopatrujące starą korę u jelenia, to drobne odgałęzienia na płat gruszkowaty, do ciała perforowanego i na szlaki węchowce. Są to drobne naczynia odchodzące od różnych tętnic koła tętniczego mózgu, a także od tętnicy środkowej mózgu, co można zaobserwować na wszystkich zamieszczonych fotografiach. Do odgałęzień leżących na granicy starej i nowej kory zalicza się tętnicę węchową przednią i tylną. U jelenia tętnica węchowa przednia w 32% przypadków była naczyniem, które samodzielnie odchodziło od głównego pnia tętnicy. Na pozostałych preparatach była jednym z dalszych odgałęzień. Natomiast tętnica węchowa tylna w podobny sposób, to jest jako samodzielne odejście, występowała w 25% przypadków. Na pozostałych półkulach była jednym z odgałęzień wspólnego pnia dla następnych odgałęzień skroniowych. Pozostałe odgałęzienia korowe tętnicy środkowej mózgu można podzielić na grupę gałęzi czołowych, ciemieniowych i skroniowych. U jelenia, podobnie jak podają dla świni Walinczus [9] i dla drapieźnych Wiland [12], występuje 8 naczyń głównych, które zaopatrują w krew te same obszary półkuli. Poszczególne grupy tych odgałęzień tętnicy środkowej mózgu mogą odchodzić także wspólnym pniem. Takie przypadki Chadzypanagiotis [3], Wiland [12] opisują jako tętnicę środkową mózgu przednią, górną i tylną. Występowanie tętnicy środkowej mózgu przedniej znalezionej u jelenia w 76%, tętnicy środkowej mózgu górnej w 68%, tętnicy środkowej mózgu tylnej w 46% badanych przypadków. Wśród tych przypadków mieszczą się także i te, w których tętnica środkowa mózgu przed osiągnięciem bruzdy węchowej bocznej oddawała na powierzchnię kory tętnicę środkową mózgu przednią, górną i tylną. Taki trójpodział występował w 18% badanych przypadków. Z porównania tych danych, z danymi Wilanda [12] dla występowania podobnych przypadków dla drapieźnych wynika, że u jelenia częstotliwość występowania tętnicy środkowej mózgu przedniej była znacznie większa niż u psa (48,2%). U drapieźnych dominowała obecność tętnicy środkowej mózgu tylnej. Dane te wskazują także na wpływ pobrzdzenia na sposób podziału tętnicy środkowej mózgu na odgałęzienia korowe. U gatunków posiadających bardziej rozwinięty układ bruzd zaznacza się wyraźnie podział jej odgałęzień na grupę odgałęzień czołowych, ciemieniowych i skroniowych, co szczególnie silnie zaznacza się w podziale tej tętnicy u człowieka (Biekow i Michajłow [2]). Jednak u jelenia, podobnie jak u zbadanych gatunków zwierząt, odgałęzienia ciemieniowe są jeszcze rozwinięte najslabiej, choć już rozwój odgałęzień czołowych jest silniejszy niż odgałęzień skroniowych.

#### 5. WNIOSKI

1. Tętnica środkowa mózgu u jelenia rozpada się wzdłuż swojego przebiegu na tętnicę węchową przednią i tylną oraz na trzy gałęzie czołowe, dwie gałęzie ciemieniowe i trzy gałęzie skroniowe.
2. Poszczególne jej odgałęzienia mogą odchodzić od głównego pnia tętnicy samodzielnie, lub tworzyć pnie łączące dwie lub kilka sąsiednich gałęzi.

3. Gałęzie czołowe, ciemieniowe i skroniowe mogą tworzyć wspólne odejście i wtedy w podziale głównego pnia tętnicy środkowej mózgu wyróżnia się tętnicę środkową mózgu przednią, górną i tylną.

U jelenia najczęściej obserwowano występowanie tętnicy środkowej mózgu przedniej

#### LITERATURA

- [1] Biekow A.B., Michajłow S.S., 1979: Atlas arterii i wen głowonowo mozga czelowieka. Medicina, Moskwa.
- [2] Brauer K., Schober W., 1970: Katalog der Säugetiergehirne. Jena.
- [3] Chadzypanagiotis D., 1975: Arteries in the surface of the cerebral hemisphere in the cat. *Folia Morphol.* (Warszawa), 33, 385-399.
- [4] Godynicki S., 1972: Morfologia porównawcza układu tętnic głowy u niektórych zwierząt parzystokopytnych /Artiodactyla/. *Rocz. WSR w Poznaniu*, 36, 1-60.
- [5] Godynicki S., Wiland C., 1970: Tętnice podstawy mózgowia u jelenia. *Rocz. WSR w Poznaniu*, 49, 45-51.
- [6] Hofmann M., 1900: Zur vergleichenden Anatomie der Gehiren und Rückenmarkarterien der Vertebraten. *Z. f. Morphol. u. Anthropol.*, 2, 247-320.
- [7] Jachowicz-Wiśniewska H., Ryta U., Szkudlarek R., 1984: Carotical branches of the middle cerebral artrety in man. *Folia Morphol.* (Warszawa), 43, 257-264.
- [8] Jedliński J., 1970: Pień i gałęzie korowe tętnicy mózgu środkowej w świetle badań anatomicznych i angiograficznych. *Folia Med. Cracov.*, 12, 487-524.
- [9] Walinczus J., 1973: Sredniąja mozgowaja arteria swinii. *Uczenyje Zapiski Witebskowo Weterianarnowo Instituta*, 26, 123-127.
- [10] West W. T., 1962: Iniection of the arterial system of the mouse. *Stein Technology*, 37, 99-104.
- [11] Węgrzyn M., Roskosz T., Makowiecka M., 1983: Brain arteries of the European bison, *Bison bonasus* /L. 1758/. *Ann. Warsaw. Agricult. Univ. SGGW-AR., Vet. Med.* 11, 9-16.
- [12] Wiland C., 1991: Badania porównawcze gałęzi korowych tętnicy środkowej mózgu u niektórych gatunków drapieżnych (Carnivora). *Rozprawy ATR w Bydgoszczy*, 44, 1-52.

#### INVESTIGATION OF CORTICAL BRANCHES OF MIDDLE CEREBRAL ARTERY IN STAG

##### Summary

The aim ours research was systematisation of description, structure and arrangement of cortical branches of middle cerebral artery as well as estimating the range of their chaneability

The research on the structure of middle cerebral artery was carried on 28 brain hemispheres. In investigated animals this artery splittes into anterior and posterior

olfactoral artery, into 3 frontal branches, and into 2 parietal and 3 temporal branches which supply the given areas of cortex with blood.

The anterior and posterior olfactoral artery and particular frontal, parietal, temporal branches may depend from the main trunk of the middle cerebral artery as individual vessels.

Particular rami may first form trunks connecting two or several neighbouring branches. Frontal, parietal and temporal branches may also form three rami at the beginning. In this case main trunk of middle cerebral artery parts into rostral (76%), upper (68%), and caudal (46%) middle cerebral artery.



## MORFOMETRYCZNA ANALIZA TĘTNIC PODSTAWY MÓZGOWIA U PŁODÓW BYDŁA I. BUDOWA I ZMIENNOŚĆ TĘTNIC PODSTAWY MÓZGOWIA

Witold Brudnicki, Jerzy Gielecki\*

Zakład Anatomii Zwierząt, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. Bernardyńska 6/8, 85-084 Bydgoszcz

\*Zakład Anatomii Prawidłowej, Instytut Biostruktury AM  
ul. T. Chałubińskiego 5, 02-004 Warszawa

*Synopsis.* Autorzy opisali przebieg i zmienność tętnic podstawy mózgowia u płodów bydła oraz podjęli próbę opisu zróżnicowania jakościowego i ilościowego tętnic metodą komputerowej analizy obrazu. Badania jakościowe przeprowadzono przy zastosowaniu szkielestowania modeli binarnych. Analizę ilościową przeprowadzono przy zastosowaniu algorytmu dynamicznego wykrywania brzegu naczyń krwionośnego.

### 1. WSTĘP

Pierwszymi znanymi w piśmiennictwie opisami koła tętniczego mózgu u bydła są prace Hoffinanna [10] i de Vriese [25]. Poza klasycznymi badaniami, na których opiera się nasza wiedza, koło tętnicze mózgu bydła rzadko stanowiło przedmiot opracowań [13, 19]. Prace omawiające morfologię naczyń mózgowia często prowadzone były na skąnym i niejednorodnym materiale. Zwykle opisywano budowę naczyń podstawy mózgowia, a niewiele uwagi poświęcano zmienności tego obszaru naczyniowego [1].

W opracowaniach dotyczących koła tętniczego mózgu u bydła nie ma do tej pory szczegółowej analizy morfometrycznej naczyń. Opisywano jedynie średnice niektórych naczyń tworzących koło tętnicze mózgu [14]. W piśmiennictwie znajdują się nieliczne informacje dotyczące okresu prenatalnego w rozwoju naczyń mózgowia [14, 17]. Zastosowanie w niniejszej pracy analizy obrazu do badań morfologii i morfogenezy pozwoliło na precyzyjne określenie zmienności i rozwoju koła tętniczego mózgu u płodów bydła [16].

### 2. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 100 płodach bydła rasy NCB (43 samice i 57 samców) w wieku od 3 do 9 miesięcy. Tętnice wypełniono lateksem LBS 3060 za pomocą strzykawki automatycznej [18]. Latex wprowadzono pod stałym ciśnieniem do aorty piersiowej na wysokości doogonowego brzegu łopatki. Płody utrwalano w 10% roztworze formaliny. Po trzech tygodniach trepanowano czaszkę i badano naczynia podstawy mózgowia. Układ segmentów naczyniowych koła tętniczego mózgu płodów wprowadzony

został do pamięci mikrokomputerowego systemu analizy obrazu za pomocą karty digitalizującej SPEA. Dla analizy jakościowej model binarny koła tętniczego mózgu poddano szkieletowaniu [24]. Obraz wynikowy szkielegowania odtwarza jedynie strukturę połączeń naczyń koła tętniczego mózgu pomijając różnice wynikające ze średnicy naczyń.

### 3. WYNIKI

Głównym naczyniem tworzącym koło tętnicze mózgu u bydła jest tętnica szyjna wewnętrzna, której odcinek zewnątrzczaszkowy ulega po urodzeniu zanikowi. Odcinek wewnątrzczaszkowy odtwarza się wtórnie z sieci dziwnej nadoponowej donosowej. Sieć tę budują naczynia będące gałęziami tętnicy szyjnej zewnętrznej i tętnicy szczękowej. Po przejściu przez oponę twardą tętnica szyjna wewnętrzna (fot.1) dzieli się na tętnicę donosową mózgu i tętnicę łączącą doogonową. Tętnica donosowa mózgu tworzy przednio-boczną część koła tętniczego mózgu. Początkowo biegnie ona szerokim łukiem w kierunku płata gruszkowatego i oddaje tętnicę naczyniówkową donosową (fot.1). Na wysokości donosowej krawędzi skrzyżowania nerwów wzrokowych tętnica donosowa mózgu oddaje tętnicę środkową mózgu, a następnie zmierza w kierunku szczeliny podłużnej mózgu. Odcinek ten jest wyraźnie cieńszy, ponieważ główny strumień krwi zmierza do tętnicy środkowej mózgu. Tuż przed szczeliną podłużną mózgu tętnica donosowa mózgu kieruje się wzdłuż pasma węchowego przyśrodkowego w stronę opuszek węchowych (fot.1). Tętnica ta oddaje zwykle cienką tętnicę łączącą donosową, która zespała się z podobnym naczyniem drugostronnym, zamykając tym samym koło tętnicze mózgu od strony donosowej. Od tętnic łączących donosowych odchodziły często tętnice do ciała modzełowego.

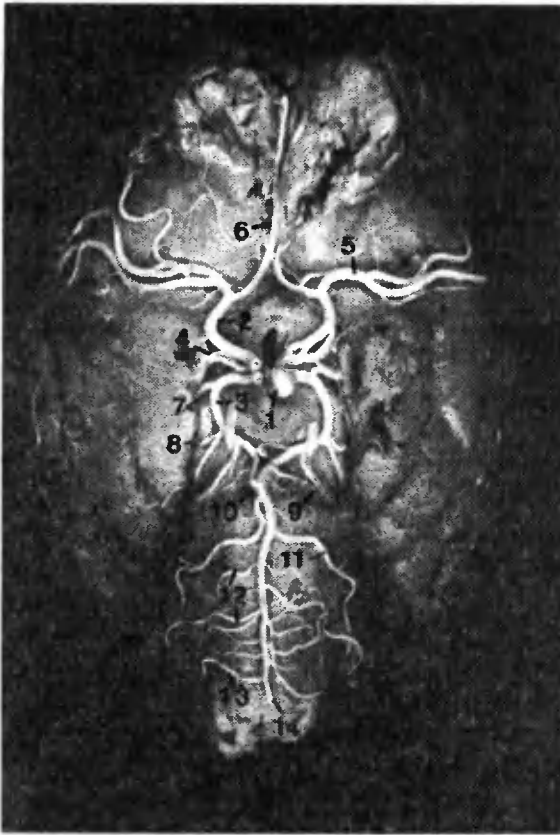
Część tylną koła tętniczego mózgu badanych płodów bydła tworzą tętnice łączące doogonowe (fot.1). Naczynia te zakreślają łuk wokół ciał suteczkowatych, a następnie biegną przyśrodkowo od nerwu okoruchowego, po czym zespalają się pod kątem ostrym i łączą się z tętnicą podstawną.

Wzdłuż swego przebiegu tętnica łącząca doogonowa oddaje tętnicę doogonową mózgu, gałąź naczyniówkową doogonową oraz tętnicę donosową mózdzku. Przyśrodkowo od tętnicy łączącej doogonowej odchodzą gałęzie do odnóg mózgu i podwzgórza.

Tętnica podstawna rozpoczyna się w tylnej części dołu międzykonarowego, po czym biegnie doogonowo przez most, a następnie w szczelinie pośrodkowej rdzenia przedłużonego. Średnica tętnicy podstawnej stopniowo zmniejsza się w kierunku doogonowym, a w końcowym odcinku przechodzi w cienką tętnicę rdzeniową dobrzuszną (fot.1).

W przednim odcinku tętnica podstawna oddaje szereg gałęzi do mostu, są to zwykle drobne naczynia, a ich liczba jest zmienna. Poniżej nerwu odwodzącego od tętnicy podstawnej odchodzą tętnice doogonowe mózdzku (fot.1). Układają się one początkowo na wysokości dolnego brzegu mostu, a następnie kierują bocznie i ku górze, aby po osiągnięciu mózdzku skręcić ku tyłowi i rozprzestrzenić się na jego doogonowej i dogrzebiotowej powierzchni. Kolejnymi odgałęzieniami są tętnice błędnika i liczne gałęzie do rdzenia przedłużonego. W doogonowym odcinku tętnica podstawna przechodzi w tętnicę rdzeniową dobrzuszną. Za granicę tych naczyń umownie uważa się ujście tętnic kręgowych.



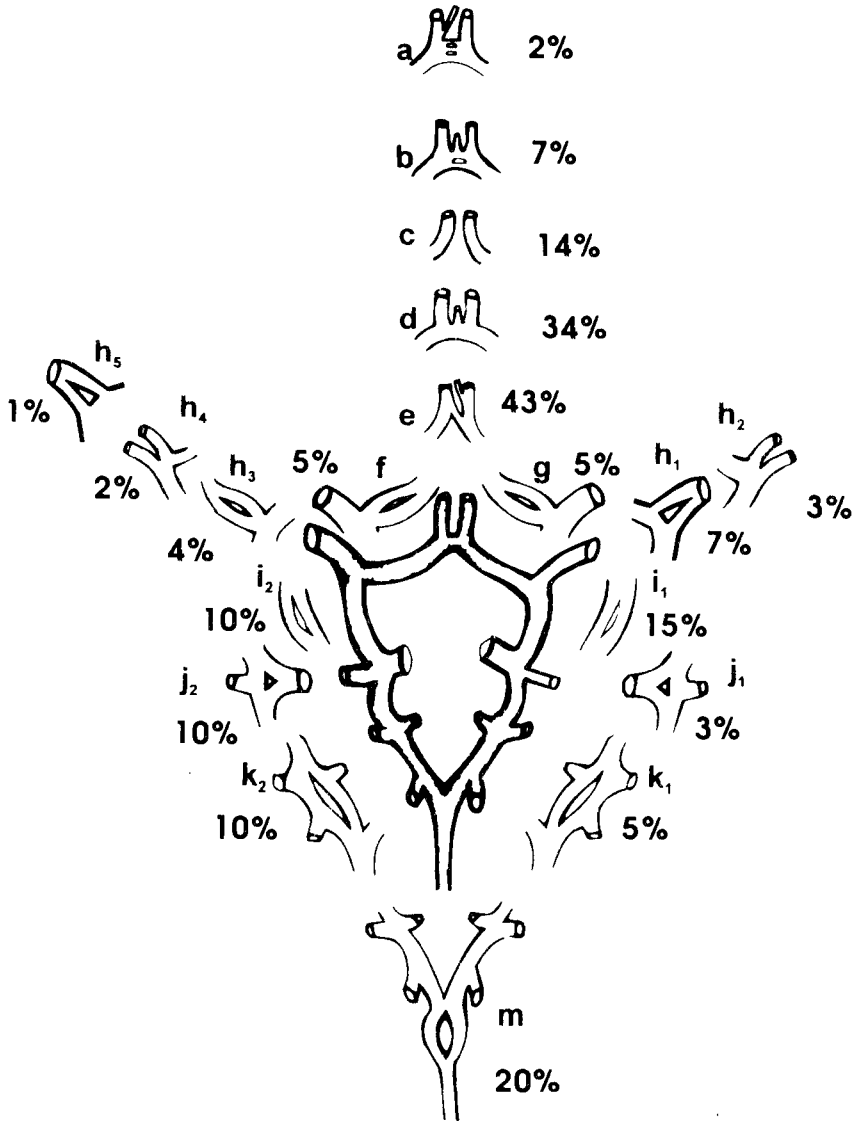


Fot. 1. Tętnice podstawy mózgowia 6. miesięcznego płodu: 1 - tętnica szyjna wewnętrzna, 2 - tętnica donosowa mózgu, 3 - tętnica łącząca doogonowa, 4 - tętnica naczyniówkowa donosowa, 5 - tętnica środkowa mózgu, 6 - tętnica donosowa mózgu, 7 - tętnica doogonowa mózgu, 8 - gałąź naczyniówkowa doogonowa, 9 - tętnica donosowa mózdzku, 10 - tętnica podstawna, 11 - tętnica doogonowa mózdzku, 12 - gałęzie do mostu i rdzenia przedłużonego, 13 - tętnica kręgowa, 14 - tętnica rdzeniowa do brzuszna, 15 - tętnica łącząca donosowa

Phot. 1. Arteris of the base of brain in six months bovine foetus: 1 - internal carotid artery, 2 - rostral cerebral artery, 3 - caudal communicating artery, 4 - rostral choroid artery, 5 - middle cerebral artery, 6 - rostral cerebral artery, 7 - caudal cerebral artery, 8 - caudal choroid ramus, 9 - rostral cerebellar artery, 10 - basilar artery, 11 - caudal cerebellar artery, 12 - pontian and medulla oblongata branches, 13 - vertebral artery, 14 - ventral spinal artery, 15 - rostral communicating artery

Tętnice tworzące koło tętnicze mózgu u płodów bydła wykazują dużą zmienność zarówno w przebiegu, jak i sposobie odejścia poszczególnych naczyń. Tętnica szyjna wewnętrzna w 18 przypadkach (18%) dzieli się na tętnicę donosową mózgu i tętnicę łączącą doogonową w przestrzeni nadtwardówkowej. W przypadkach tych przez oponę twardą przechodzą niezależne dwa wyżej wymienione naczynia. Podział taki, obustron-

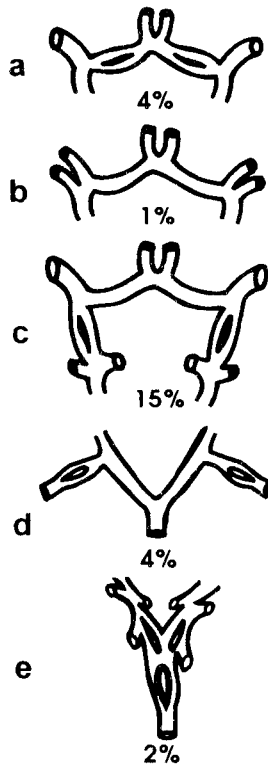
nie stwierdzono u 6 osobników (6%), a jednostronny występował w 12 przypadkach (12%). U 25 osobników (25%) tętnice donosowe mózgu odchodziły od tętnicy szyjnej wewnętrznej jako podwójne naczynia, a następnie po krótkim przebiegu łączyły się w wspólny pień. W wyniku tego powstały pętle naczyniowe (fenestracja tętnic donosowych mózgu). Pętle takie obserwowano zwykle jednostronnie. Po prawej stronie występowały one u 15% osobników, a po lewej u 10% (rys. 1  $i_1$ ,  $i_2$ ).



Rys.1. Klasyfikacja jednostronnych zmienności naczyń podstawy mózgowia  
Fig.1. Unpaired variations of the basal brain arteries

Tętnica naczyniówkowa donosowa wykazywała zróżnicowany sposób odejścia. W 48 przypadkach (48%) tętnice naczyniówkowe donosowe odchodziły obustronnie w miejscu podziału tętnic szyjnych wewnętrznych stanowiąc ich trzecie odgałęzienie. W 10 przypadkach (10%) tętnice naczyniówkowe donosowe odchodziły obustronnie od tętnic łączących doogonowych. U 8 osobników (8%) naczynia te były odgałęzieniem tętnicy donosowej mózgu. Na 34 mózgowiach (34%) odejście tętnic naczyniówkowych donosowych było asymetryczne, jednostronna tętnica stanowiła odgałęzienie tętnicy donosowej mózgu, a drugostronna odchodziła od tętnicy łączącej doogonowej. U 13% osobników w miejscu odejścia tętnic naczyniówkowych donosowych obserwowano fenestrację tego naczynia. Po lewej stronie taka pętla naczyniowa występowała u 10 osobników (10%), a po prawej stronie u 3 osobników (3%).

Tętnica środkowa mózgu lewa u czterech osobników (4%) wytwarzała w miejscu swego odejścia pętlę naczyniową. U 8 osobników od tętnicy donosowej mózgu odchodziły dwie tętnice środkowe mózgu, które po krótkim przebiegu łączyły się we wspólny pień. Zjawisko takie obserwowano po prawej stronie u 7 osobników (7%), a po lewej zanotowano jeden taki przypadek. U 6 osobników (6%) stwierdzono podwójne tętnice środkowe mózgu. W 5 przypadkach podwójne tętnice środkowe mózgu występowały jednostronnie (rys. 1 h<sub>2</sub>, h<sub>4</sub>), a u jednego osobnika obserwowano to obustronnie (rys. 2 b).



Rys.2. Klasyfikacja parzystych zmienności naczyń podstawy mózgowia

Fig.2. Pair ed variations of the basal brain arteries

Pętle naczyniowe stwierdzono w obrębie tętnic donosowych mózgu powyżej ujścia tętnicy środkowej mózgu. Występowały one u 14 osobników (14%); na 4 mózgowiach zjawisko takie obserwowano obustronnie (rys.2a), w 5 przypadkach po lewej stronie (rys.1g), a w takiej samej liczbie przypadków notowano ją po przeciwnej stronie (rys.1f).

Największy zakres zmienności stwierdzono w odcinku donosowym koła tętniczego mózgu. Zmienność ta dotyczyła sposobu połączenia tętnic donosowych mózgu oraz sposobu odejścia tętnic do ciała modzelowatego.

Na 43 mózgowiach (43%) obustronnie tętnice donosowe mózgu zespałała tętnica łącząca donosowa (rys.1e). W tych przypadkach tętnica do ciała modzelowatego oddzielała się od tętnicy donosowej mózgu prawej.

U 34 osobników (34%) koło tętnicze mózgu od strony donosowej zamykała także tętnica łącząca donosowa, ale w odróżnieniu od poprzedniego wariantu tętnica do ciała modzelowatego odchodziła od tętnicy łączącej donosowej (rys.1d).

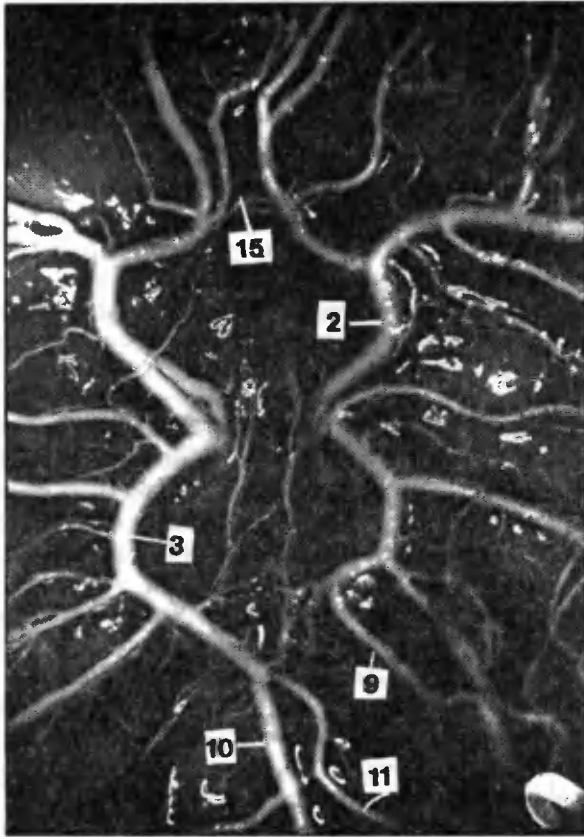
U 14 osobników (14%) koło tętnicze mózgu było otwarte od strony donosowej (rys.1c). W tych przypadkach obserwowano brak tętnicy łączącej donosowej. Tętnica do ciała modzelowatego stanowiła odgałęzienie jednej z tętnic donosowych mózgu.

W 9 przypadkach (9%) tętnica łącząca donosowa wykształcona była w postaci splotu naczyń tętnicznych. U 7 osobników ze splotu tego odchodziła tętnica do ciała modzelowatego, a w 2 przypadkach tętnica ta odchodziła od tętnicy donosowej mózgu lewej (rys.1a, rys.1b)

Zmienność w budowie koła tętniczego mózgu dotyczyła także tylnej części. U 15 osobników w przebiegu tętnic łączących doogonowych stwierdzono pętle naczyniowe. W 10 przypadkach występowały one po lewej stronie (rys.1k<sub>2</sub>), a w 5 po prawej (rys.1k<sub>1</sub>). W 20 przypadkach pętle naczyniowe obserwowano w miejscu przejścia tętnic łączących doogonowych w tętnicę podstawną (rys.1m). Tętnice doogonowe mózgu odchodzące zwykle od tętnic łączących doogonowych u jednego osobnika stanowiły odgałęzienia tętnicy donosowej mózgu oraz u jednego osobnika tętnica doogonowa mózgu była trzecim odgałęzieniem tętnicy szyjnej wewnętrznej. Oba przypadki występowały po prawej stronie mózgowia. W przebiegu tętnic doogonowych mózgu obserwowano również pętle naczyniowe. U 4 osobników pętle te występowały obustronnie (rys.2d), u 7 po prawej, a u 3 po lewej stronie.

Kolejnym odgałęzieniem tętnicy łączącej doogonowej była gałąź naczyniówkowa doogonowa. U 55 osobników naczynie to odchodziło obustronnie od tętnicy łączącej doogonowej wspólnym pniem, by po krótkim przebiegu się rozgałęzić. Docelowo biegły one jako naczynia parzyste. W 29 przypadkach po jednej stronie tętnica odchodzi jak powyżej, a z drugiej strony odchodzą niezależnie dwa naczynia. W 4 przypadkach jednostronnie od tętnicy łączącej doogonowej oddzielały się 2 naczynia, które połączyły się tworząc wspólny pień. U pozostałych 16 osobników gałęzie naczyniówkowe doogonowe odchodziły obustronnie jako parzyste naczynia.

Ostatnim odgałęzieniem tętnicy łączącej doogonowej były tętnice donosowe mózdzku. Naczynia te w porównaniu z innymi charakteryzowały się stałością odejścia. Jedynie u 2 osobników prawostronna tętnica odchodziła bezpośrednio od tętnicy podstawnej. W jednym szczególnym przypadku tętnica donosowa mózdzku stanowiła przedłużenie tętnicy łączącej doogonowej. W tym przypadku koło tętnicze mózgu od strony prawej zamykała jedynie cienka anastomoza tętnicza (fot. 2).



Fot.2. Nietypowe odejście tętnic donosowych - 9 i doogonowych mózdzku - 11  
 Phot.2. Unusual origin of the right rostral - 9 and caudal cerebellar arteries - 11

U tego samego osobnika od początkowego odcinka tętnicy podstawnej odchodziła tętnica, która biegła po moście równoległe do tętnicy podstawnej, a następnie kierowała się w stronę mózdzku jako prawa tętnica doogonowa mózdzku.

W budowie i przebiegu tętnicy podstawnej w porównaniu do koła tętniczego mózgu zakres zmienności był wyraźnie ograniczony. U 14 osobników (14%) obserwowano w przebiegu tego naczynia pętle naczyniowe. W 26 przypadkach występowało asymetryczne odejście tętnic doogonowych mózdzku. W 74% przypadków połączenie tętnic kręgowych z tętnicą podstawną było asymetryczne, a jedynie w 26% przypadków naczynia te łączyły się z tętnicą podstawną symetrycznie względem siebie.

#### 4. DYSKUSJA

Głównymi naczyniami tworzącymi koło tętnicze mózgu byłą są tętnice szyjne wewnętrzne, których odcinek zewnątrzczaszkowy ulega po urodzeniu zanikowi [3, 26]. Od-

ciniek wewnątrzczaszkowy odtwarza się głównie z sieci dziwnej nadoponowej. Podobny układ tętnic jak u bydła występuje u wszystkich zbadanych dotychczas przeżuwaczy [7]. Zdaniem Godynickiego [7], u krowy, sieć dziwna nadoponowa jest szczególnie silnie rozwinięta. Zadaniem sieci dziwnej jest regulacja przepływu krwi tętniczej zdążającej w kierunku mózgowia oraz termoregulacja mózgu chroniąca go przed przegrzaniem. Tym sposobem układ tętniczy mózgu u przeżuwaczy posiada pewien system zabezpieczający. Koło tętnicze mózgu jest zbudowane w sposób charakterystyczny dla układów o chwiejnej równowadze, więc najlepiej przystosowanych do zmieniających się warunków otoczenia. Porównując tętnice podstawy mózgowia u takich gatunków przeżuwaczy, jak jeleń [8], sarna [9] czy owca [12] stwierdzono, że tętnice podstawy mózgowia tych gatunków są rozwinięte znacznie lepiej niż u bydła. Dotyczy to głównie części tylnej koła tętniczego mózgu, a więc naczyń odchodzących od tętnic łączących doogonowych. Badając tętnice podstawy mózgowia płodów bydła stwierdzono znaczną zmienność zarówno w przebiegu, jak i sposobie odejścia poszczególnych naczyń. W obrębie naczyń koła tętniczego mózgu u płodów bydła obserwowano liczne pętle naczyniowe. W 25% przypadków występowały one w obrębie tętnic łączących donosowych, przy czym u 15% osobników wykształcone były one obustronnie. W 13% przypadków pętle naczyniowe obserwowano w miejscu odejścia tętnicy naczyniówkowej donosowej, a u 14% badanych osobników powyżej ujścia tętnicy środkowej mózgu. Pętle naczyniowe stwierdzono ponadto w przebiegu tętnic łączących doogonowych, a u 14% obserwowano je w przebiegu tętnicy podstawnej. Sporadyczne występowanie pętli naczyniowych u innych gatunków ssaków, w tym u człowieka, świadczyć może o uwstecznieniu układu naczyniowego mózgowia u bydła. Występowanie pętli nie było związane z wiekiem badanych płodów.

W badanym materiale u 8% osobników stwierdzono podwójną tętnicę środkową mózgu. Zjawisko takie opisywali Wiland i wsp. [21] u świni domowej oraz Jabłoński i wsp. [11] u dzika. W obu przypadkach była to dominująca forma odejścia tętnicy środkowej mózgu. Sporadycznie podwójne tętnice środkowe mózgu obserwowano u drapieżnych [22].

Największy zakres zmienności u badanych płodów stwierdzono w części donosowej koła tętniczego mózgu. W 86% przypadków tętnice donosowe mózgu zespałała tętnica łącząca donosowa. Podobne zjawisko obserwowano u zubra [23], sarny [9] i u jelenia [8]. U 14% osobników naczynie to nie występowało i w tych przypadkach koło tętnicze mózgu było otwarte od strony donosowej. Podobne zjawisko opisywał König [14]. Autor ten twierdził, że otwarte koło tętnicze mózgu jest dominującą formą u płodów bydła. Pogląd ten nie potwierdza się w przeprowadzonych przez nas badaniach. U płodów bydła obserwowano ponadto zmienne odejście tętnicy do ciała modzelowatego, która odchodziła od tętnic łączących doogonowych lub od jednej z tętnic donosowych mózgu. W 8 przypadkach w miejscu odejścia tętnic do ciała modzelowatego obserwowano sploty naczyniowe. Sploty takie z większą częstotliwością występowały u jelenia [8] i sarny [9].

Obserwowano zmienność odejścia tętnic naczyniówkowych donosowych i tętnic doogonowych mózgu. Zjawisko takie występowało również u innych gatunków przeżuwaczy [7]. Charakterystyczne dla tej grupy zwierząt stałe odejście tętnic donosowych mózdzku obserwowano także u badanych płodów.

Tętnica bydła powstaje z zespolenia tętnic łączących doogonowych. Opisywał to Fazzari [5] twierdząc, że układ tętnic podstawy mózgowia u przeżuwaczy jest utworzony z gałęzi tętnic szyjnych wewnętrznych przy niewielkim udziale tętnic kręgowych i tętnicy rdzeniowej doobrzusznej. Tętnica podstawna wzdłuż swego przebiegu w kierunku doogonowym wyraźnie zmniejsza swoją średnicę. U 26% badanych osobników w odejściu

tętnic doogonowych mózdzku obserwowano asymetrię. Zjawisko to w podobnym układzie procentowym występuje u innych gatunków ssaków [20].

U badanych płodów nie stwierdzono istotnego wpływu płci i wieku na budowę i zmienność tętnic podstawy mózgowia.

Wiek badanych płodów wpływał zasadniczo na cechy morfometryczne naczyń tętnicznych podstawy mózgowia. Zagadnienie to oraz rozwój koła tętniczego mózgu zostaną omówione w kolejnej części niniejszej pracy.

## 5. WNIOSKI

1. W obrębie podstawy mózgowia zaobserwowano znaczną zmienność połączeń i odejścia naczyń krwionośnych.
2. Największy zakres zmienności obserwowano w obrębie donosowej części koła tętniczego mózgu.
3. W układzie tętnicznym podstawy mózgowia u płodów była stwierdzono liczne pętle naczyniowe występujące w obrębie wszystkich głównych naczyń.
4. W badanym materiale obserwowano przypadki podwójnych tętnic środkowych mózgu.

## LITERATURA

- [1] Chomiak M., Welento T., 1967: Tętnice mózgowia u cielaka. *Pol. Arch. Wet.*, 2: 185-194.
- [2] Cummings R., Habel R.E., 1965: The blood supply of the bovine hypophysis. *Am. J. Anat.*, 116: 91-113.
- [3] Daniel P.M., Daves M., Majorie M., Prichard L., 1953: Studies of the carotid rete and its associated arteries. *Phil. Trans. Ser. B.*, 237: 173-208.
- [4] David H., 1966: Vergleichende submikroskopische Morphologie der Kapillaren verschiedener Organe und Organismem. *Dtsch. Gesundheitswesen*, 28, 1319-1329.
- [5] Fazzari J., 1929: Die Arterien des Kleinhirns. *Anat. Anz.*, 67: 497-501.
- [6] Grącki J., Wróblewski T., 1980: Zespół „moyamoya”. *Pol. Przegl. Radiol. i Med. Nuklearnej*, 4, 273-277.
- [7] Godynicki S., 1972: Morfologia porównawcza układu głównych tętnic głowy u niektórych zwierząt parzystokopytnych (Artiodactyla). *Roczniki AR Poznań*, 36: 1-60.
- [8] Godynicki S., Wiland C., 1970: Tętnice podstawy mózgowia u jelenia. *Roczniki AR Poznań*, 49: 45-52.
- [9] Godynicki S., Wiland C., 1971: Tętnice podstawy mózgowia u sarny. *Roczniki AR Poznań*, 54: 47-54.
- [10] Hoffmann M., 1900: Zür vergleichenden Anatomie der Gehirn und Rückenmarks arterien der Vertebraten. *Z. Morph. Antrop.*, 2: 247-320.
- [11] Jabłoński R., Brudnicki W., Wiland C., 1989: Basilar arteries of the brain in Wild Boar. *Acta Theriol.*, 34:159-162.
- [12] Jabłoński R., Wiland C., 1973: Variation of the arteries of the base of the brain in sheep. *Folia Morphol.*, 32: 339-347.

- [13] Jenke W., 1919: Die Gehirnarterien des Pferdes, Hundes, Rindes und Schweines mit denen des Menschen. Diss. Dresden.
- [14] König H.E., 1979: Anatomie und Entwicklung de Blutgefäße in der Schädelhöhle der Hauswiederkäuer (Rind, Schaf und Ziege). Enke, Stuttgart.
- [15] Lierse W., 1963: Über die Beeinflubung der Hirnangioarchitektur durch die Morphogenese. *Acta Anat.*, 53: 1-54.
- [16] Nowacki M.R., Gielecki J., 1992: Wybrane problemy cyfrowej analizy obrazu w badaniach morfologicznych. *Probl. Tech. Med.*, 23. 47-57
- [17] Ocal M.K., Aslan K., 1994: A quantitative study on the retinal arteries in the bovine fetus. *Ann. Anat.*, 176: 151-153
- [18] Radek J., 1990: Automatyczne urządzenie do iniekcji preparatów anatomicznych masami plastycznymi. *Pol. Arch. Wet.*, 30:163-169.
- [19] Schmidt K., 1910: Die arteriellen Kopfgefäße des Rindes. Diss. Med. Vet. Zürich.
- [20] Wiland C., 1974: Czynniki wpływające na zmienność tętnic podstawy mózgowia u ssaków. *Przegl. Zool.*, 18: 400-416.
- [21] Wiland C., Maliński J., 1968: Tętnice podstawy mózgowia u świni domowej. *Rocz. WSR Poznań*, 43: 111-120.
- [22] Wiland C., Brudnicki W., 1984: Multiple middle cerebral arteries in various species of mammals. *Folia Morph.*, 43: 265-270.
- [23] Węgrzyn M., Roskosz T., 1983: Brain arteries of the European bison, *Bison bonasus* (L. 1738). *Ann. Warsaw Agricult. Univ. - SGGW - AR Vet. Med.*, 11: 9-16.
- [24] Wojnar L., Majorek M., 1994: Komputerowa analiza obrazu. *Computer Scanning Systems*. Warszawa.
- [25] de Vriese B., 1905: Sur la signification morphologique des arteries cerebrales. *Archives de Biol.*, 21: 357-457.
- [26] Žedenow W.N., 1937: Sosudistaja sistema Bovinae w sravnitelno-anatomiczeskom izuczenii i woprosy specificznosti jej morfologii IV. K woprosu obliteracii wnutriennej sonnoj arterii u krupnowo rogatowo skota. *Arch. Anat. Gist. i Embriol.*, 16: 490-508.

## **DIGITAL-IMAGE ANALYSIS OF THE BRAIN BASE IN BOVINE FOETUSES. I. VARIABILITY OF BASILAR BRAIN ARTERIES**

### **Summary**

The study presents qualitative image analysis of the variation of the circle of Willis in bovine foetuses. The basal brain arteries represent a lot of variation in both branching and joining of vessels. The greater number of variations was identified at the rostral part of the circle of Willis. Many fenestrations of arteries was observed in the main cerebral vessels in bovine foetuses. Some case of duplication of the middle cerebral arteries were noticed. The segment variations of the circle of Willis in this population was classified. The rostral part of the circle of Willis was the most heterogeneous region.



**ROZTOCZE (ACARI) NADRZEWNE  
I EPIFITY MŁODNIKÓW SOSNOWYCH  
W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ  
ZAKŁADÓW CHEMICZNYCH "LUBOŃ"**

Janusz Dąbrowski<sup>1</sup>, Stanisław Seniczak<sup>1</sup>, Beata Dąbrowska<sup>2</sup>,  
Ludwik Lipnicki<sup>3</sup>, Janusz Hermann<sup>4</sup>, Bogna Paczuska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

<sup>2</sup> Katedra Botaniki i Ekologii, Wydział Rolniczy ATR  
ul. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

<sup>3</sup> Pracownia Biologii i Ochrony Środowiska, Zamiejscowy Wydział  
Wychowania Fizycznego, ul. Estkowskiego 13, 66-400 Gorzów Wielkopolski

<sup>4</sup> Katedra Chemicznych Podstaw Rolnictwa, Wydział Rolniczy ATR  
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

*Synopsis.* W pracy przedstawiono rozmieszczenie roztoczy oraz epifitów na strzałach sosny w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych "Luboń". Wraz ze zbliżaniem się do tego źródła zanieczyszczeń wzrastała zawartość fluoru i fosforu w korze sosny i porastających ją epifitach. Na powierzchniach leżących bliżej emitora stwierdzono wyraźny spadek liczebności Oribatida w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Roztocze wystąpiły najliczniej w dolnej sekcji strzał i reprezentowane były głównie przez Oribatida i Actinedida.

## 1. WSTĘP I CEL PRACY

Zakłady Chemiczne w Luboniu powstały w 1914 roku. W początkowym okresie działalności zakładów produkowano superfosfat, kwas siarkowy oraz przetwory kostne (mączki i kleje). Obecnie produkuje się w tych zakładach superfosfat, sole fosforowe, kwas siarkowy i fluorowodorowy, fluorek glinu, glifos, polifos i inne. W trakcie produkcji do atmosfery emitowana jest znaczna ilość zanieczyszczeń, a wśród nich szczególnie uciążliwe dla środowiska przyrodniczego są związki fluoru. Największa ilość tych związków opada w najbliższej okolicy źródła emisji, choć przy sprzyjających warunkach atmosferycznych mogą one przesuwać się z wiatrem na odległość kilkunastu kilometrów [26]. Już przy niewielkim stężeniu fluoru w powietrzu, rośliny w znacznym stopniu mogą akumulować ten pierwiastek, co w końcu prowadzi do ich uszkodzenia [26, 28, 29]. W latach osiemdziesiątych w Nadleśnictwie Babki, położonym w zasięgu oddziaływania przemysłu Lubonia, stwierdzono ponad 1,5 tys. ha uszkodzonych lasów [14].

Na skażonych drzewach bytują epifity i roztocze nadrzewne. Roztocze te są bezpośrednio narażone na zanieczyszczenia powietrza pochodzące z omawianego zakładu, które dodatkowo oddziałują na nie przez skażony pokarm. Celem pracy było poznanie liczebności i składu grupowego roztoczy nadrzewnych i epifitów w młodnikach sosnowych leżących w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych "Luboń".

## 2. OPIS TERENU BADAŃ

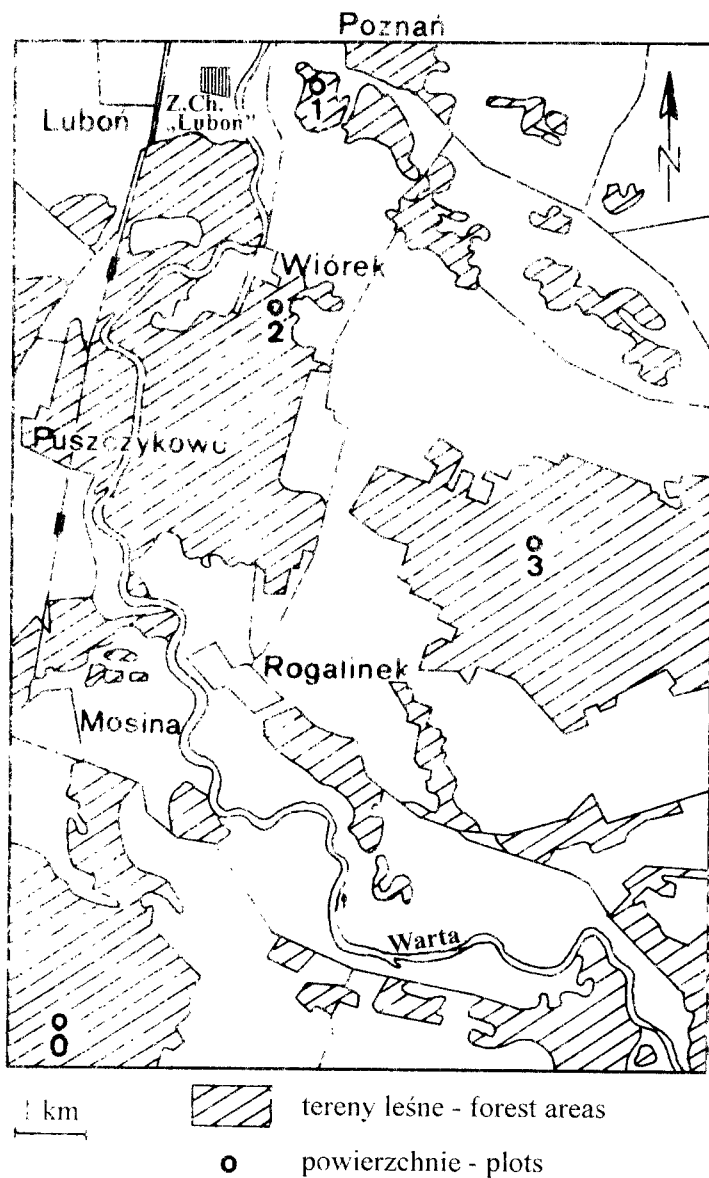
Zakłady Chemiczne "Luboń" zlokalizowane są na Pojezierzu Wielkopolskim w mezoregionie Poznańskiego Przełomu Warty [18]. Kilka kilometrów na północ od tego zakładu znajduje się miasto Poznań. Z danych stacji meteorologicznej w Poznaniu wynika [12], że przeciętna roczna suma opadów za lata 1973-92 wyniosła 483 mm, a średnia roczna temperatura 8,3°C. Wiatr wiał głównie z kierunków zachodniego i południowego zachodu (łącznie około 35% wiejących wiatrów), natomiast najmniej z kierunku północnego (około 6% wiatrów). Średnia roczna prędkość wiatru wynosi 3,9 m/s [24].

Powierzchnie badawcze zlokalizowano w około 20-letnich młodnikach sosnowych znajdujących się w różnych strefach uszkodzeń drzewostanów w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń pochodzących z Z.Ch. "Luboń". Powierzchnie 1, 2 i 3 leżały kolejno w III, II i I strefie uszkodzeń drzewostanu [27] i były odległe odpowiednio o 1,5 km, 3,5 km i 8 km od emitora zanieczyszczeń (rys.1). Powierzchnię kontrolną (0) zlokalizowano w strefie bez wyraźnych uszkodzeń drzewostanu (14 km od emitora).

Gleby badanych powierzchni zakwalifikowano do typu gleb rdzawych i podtypu gleb biellicowo-rdzawych. Porasta je młodnik sosnowy, na siedlisku boru świeżego, który zakwalifikowano pod względem fitosocjologicznym, do zespołu *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973 [22]. Najwyższe piętro stanowi zwarty drzewostan sosnowy (*Pinus sylvestris* L.) z domieszką brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.), (tab.1). Warstwa krzewów o niewielkim pokryciu złożona jest z podrostu dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.), kruszyny pospolitej (*Frangula alnus* Miller), brzozy brodawkowatej, świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.), jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.) i maliny właściwej (*Rubus idaeus* L.). Warstwę zielną tworzą krzewinki borówki czernicy (*Vaccinium myrtillus* L.), borówki brusznicy (*V. vitis-idaea* L.), rzadziej wrzosu zwyczajnego (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.), a także traw - kostrzewy owczej (*Festuca ovina* L.), trzcinnika piaskowego (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth.) i mietlicy pospolitej (*Agrostis vulgaris* L.). Na powierzchniach 1 i 2, leżących bliżej emitora, odnotowano mniejsze pokrycie warstwy zielnej (odpowiednio 10 % i 20-25%) w porównaniu z powierzchnią 3 (40-45%) i powierzchnią kontrolną (35-40%). Wraz z oddalaniem się od źródła zanieczyszczeń wzrastała liczba gatunków roślin zielnych. Silnie zwarta warstwa mszysta składa się z mezofilnych mchów, wśród których dominuje *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. i *Dicranum polysetum* Sw. Miejscami występuje *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. Na powierzchni 1 odnotowano zdecydowanie mniejszy udział warstwy mszystej (15%). Wraz z oddalaniem się od źródła emisji zanieczyszczeń pokrycie tej warstwy wzrastało i wynosiło na powierzchniach 2, 3 i kontrolnej odpowiednio 45-50%, 60% i 65-70%.

W latach 1988-89 wśród zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Chemiczne "Luboń" dominował dwutlenek siarki, a w późniejszych latach pyły (tab. 2). Obniżenie w latach 1990-92 emisji dwutlenku siarki, a także bardzo szkodliwego dla organizmów fluoru, było wynikiem spadku produkcji nawozów. W tym okresie udoskonalono również

systemy absorpcyjne i wprowadzono międzystopniowe chłodzenie gazów, co spowodowało dalsze zmniejszenie emisji fluorków do atmosfery. Rzeczywista wielkość emisji zanieczyszczeń była prawdopodobnie większa z uwagi na znaczne emisje niezorganizowane.



Rys. 1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych  
Fig. 1. Situation sketch of investigated plots

Tabela 1. Fitosocjologiczna charakterystyka badanych powierzchni w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”  
 Table 1. Fitosociological characteristic of the investigated plots in the region polluted by the „Luboń” chemical factory

Kolejny nr zdjęcia Successive no. of relevé	1			2			3			0		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	8	7	8
Nr powierzchni - No. of area	0											
Data - Date	18.05.1991			20.09.1991			18.05.1991			20.09.1991		
Powierzchnia zdjęcia w m <sup>2</sup> Area of relevé in m <sup>2</sup>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pokrycie warstwy krzewów Cover of the shrub layer	b%	1	1	1	1	5	5	10	10	10	10	10
Pokrycie warstwy zielnej Cover of the herb layer	c%	10	10	20	25	40	45	35	40	35	40	40
Pokrycie warstwy mszystej Cover of the moss layer	d%	15	15	45	50	60	60	65	70	65	70	70
Liczba gatunków Number of species	19	19	19	20	19	25	24	25	29	25	29	29
Drzewa i krzewy Trees and shrub												
<i>Pinus sylvestris</i>	a	3.3	3.3	4.3	4.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
<i>Betula pendula</i>	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
" "	b	.	.	+	+	+	1.1	+	+	+	+	+
<i>Quercus robur</i>	b	+	+	+	+	1.1	+	1.1	+	1.1	1.1	1.1
<i>Picea abies</i>	b	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Frangula alnus</i>	b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rubus idaeus</i>	b	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch. <i>Dicrano - Pinion</i> , <i>Vaccinio - Piceetalia</i> , <i>Vaccinio - Piceetea</i> : <i>Juniperus communis</i>	b	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.

Tabela 1 cd.

Table 1 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Pleurozium schreberi</i>		d	2.2	1.1	1.2	3.3	3.2	3.3	3.3
<i>Dicranum polysetum</i>		d	1.1	1.1	2.2	1.2	1.1	2.3	2.3
<i>Festuca ovina</i>			1.1	1.2	1.2	1.2	2.2	+	1.1
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>				+	+	+	+	1.1	2.3
<i>V. myrtillus</i>				+	+	+	+	1.2	1.2
<i>Calluna vulgaris</i>				+	+	+	+		
<i>Rumex acetosella</i>				+	+	+	+		
<i>Fragaria vesca</i>				+				1.2	1.2
<i>Cladonia gracilis</i>		d		+	+		+	+	+
<i>Trientalis europaeus</i>				+	+	+	+		
<i>Melica nutans</i>				+	+	+	+		
<i>Pteridium aquilinum</i>								+	+
<i>Cladonia rangiferina</i>		d							
Gatunki towarzyszące									
Companions:									
<i>Pohlia nutans</i>		d	1.1	1.1	1.1	2.3	2.2	1.1	1.1
<i>Agrostis vulgaris</i>			+			+	+	+	1.2
<i>Brachythecium curtum</i>		d	+			+2	+	+	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>				+	1.1	2.1	2.1	1.2	1.2
<i>Plagiothecium curvifolium</i>		d		+		+	+		+
<i>Antoxanthum odoratum</i>								+	+
<i>Scleropodium purum</i>		d		1.2	1.2	+	+		
<i>Polytrichum piliferum</i>		d				+	+	1.1	1.1
<i>Epitobium angustifolium</i>						+	+	+	+
<i>Elymus repens</i>						+	+	+	+

Gatunki pozostale - Others: *Agrostis alba* (7) +; (8) +; *Ceratodon purpureus* d (5) 1.2; (6) 1.1. *Hieracium pilosella* (5) 1.1; (8) 1.1; *Holcus lanatus* (5) +; (8) +; *Hypericum perforatum* (3) +; (6) +; *Lophocolea bidentata* d (5) +; (8) +; *Moehringia trinervia* (1) +; (2) +; *Ptilidium ciliare* d (3) +; (4) +; *Urtica dioica* (3) +; (4) +.

Tabela 2. Zanieczyszczenia emitowane przez Zakłady Chemiczne „Luboń” (w Mg/rok) wykazane przez Dział Ochrony Środowiska Z.Ch. „Luboń”

Table 2. The pollution (Mg/year) produced by the „Luboń” chemical factory, reported by the section of environmental protection of this factory

Zanieczyszczenia Pollution	Lata - Years				
	1988	1989	1990	1991	1992
Pyły	174	92	474	231	294
SO <sub>2</sub>	468	445	220	127	156
NO <sub>x</sub>	21	11	64	45	59
F	20	19	8	3	1

### 3. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano w młodnikach sosnowych ze strzały sosny, na których wyznaczono 3 sekcje wysokościowe. Sekcję dolną zlokalizowano na wysokości 10 cm, począwszy od podłoża, sekcję środkową - w środkowej części strzały i sekcję górną usytuowano na wysokości trzeciego okółka, licząc od wierzchołka drzewa. Próba w każdej sekcji obejmowała dookoła strzałę i wynosiła 100 cm<sup>2</sup>. Do ilościowych badań epifitów w poszczególnych próbach używano siatek o wymiarach oczek 1 cm x 1 cm. Po jakościowej i ilościowej rejestracji epifity zeszkrobywano wraz z powierzchniową warstwą kory do worków foliowych. Ze wszystkich powierzchni materiały pobierano w dni słoneczne, w pierwszych dekadach maja i października w 1991 i 1992 r., każdorazowo w 10 powtórzeniach. Roztoczce wyplaszano w aparatach Tullgrena, konserwowano i preparowano, a następnie oznaczano. Z ogólnej liczby 480 prób uzyskano 5293 roztoczki. Istotność różnic średniej liczebności ogólnej roztoczki i liczniej reprezentowanych grup pomiędzy powierzchniami badano testem  $\chi^2$ , na poziomach istotności  $p = 0.05$ ,  $p = 0.01$  i  $p = 0.001$  [25].

Do analiz chemicznych pobrano osobno korę, glony i porosty ze strzały sosny w przedziale wysokości 110-150 cm, począwszy od powierzchni gleby. Do oznaczenia fosforu materiał roślinny poddawano mineralizacji w obecności utleniaczy i katalizatorów (kwas siarkowy stężony, 30% roztwór wody utlenionej). Zmineralizowany roztwór poddano analizie na zawartość fosforanów metodą kolorymetryczną [23]. Do oznaczenia fluoru materiał roślinny poddano na wstępie prażeniu w temperaturze 550°C, a następnie stapiano z wodorotlenkiem sodowym. Fluor zawarty w materiale roślinnym przeprowadzano do roztworu w oparciu o metodę podaną przez Buka i Reusmanna [1], zawartość fluorków oznaczano metodą spektrofotometryczną z zastosowaniem barwnika azowego SPADNS [33]. Siarkę ogólną oznaczano metodą nefelometryczną opierającą się na pomiarze zmętnienia roztworu, w którym siarka wytrącana jest za pomocą chlorku barowego [23]. Wartość pH oznaczano w H<sub>2</sub>O metodą potencjometryczną [21].

Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych przyjęto według Flora Europea [13], a mszaków według Mosses of Europe and the Azores [2].

## 4. WYNIKI

## 4.1. Analiza epifitów

## 4.1.1. Analiza gatunkowa i ilościowa

Na strzałach sosny epifity reprezentowane były przez porosty i glony. Porosty najobficiej wystąpiły na powierzchni kontrolnej, a wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń porastały mniejszą powierzchnię strzał (tab.3). Glony najobficiej wystąpiły na drzewach na powierzchni 2. Odnotowano tam również największy udział epifitów w porównaniu z pozostałymi powierzchniami. Porosty najobficiej wystąpiły w dolnej sekcji strzał, a wraz ze wzrostem wysokości porastały mniejszą powierzchnię (tab.3). Natomiast glony najobficiej zasiedlały środkowe partie strzał. Na wszystkich powierzchniach dominowały glony, z wyjątkiem dolnej sekcji na powierzchni kontrolnej, a ich udział w stosunku do porostów zwiększał się wraz ze wzrostem wysokości.

Wśród porostów na wszystkich badanych powierzchniach dominowała *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb., a poza nią na powierzchniach 2 i 3 odnotowano gatunek *Scoliciosporum chlorococcum* (Stenham.) Vezda. Na powierzchniach 1, 2 i 3 *Lecanora conizaeoides* wykazywała wyraźne ślady degeneracji plechy, natomiast na powierzchni kontrolnej gatunek ten miał lepiej wykształcone plechy i mniej uszkodzone owocniki. Glony reprezentowane były przez jeden gatunek *Chlorella vulgaris* Beyer.

Tabela 3. Pokrycie strzał sosny przez epifity (w %) w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”

Table 3. Epiphyte cover (in %) on Scots pine stems in the region polluted by the „Luboń” chemical factory

Powierzchnia - Plot	Epifity - Epiphytes	Sekcja - Section			Średnio - Mean
		dolna lower	środkowa middle	górną upper	
1	Porosty - Lichens	24,2	17,1	6,5	15,9
	Glony - Alge	34,1	38,8	28,4	33,8
	Razem - Total	58,3	55,9	34,9	49,7
2	Porosty - Lichens	25,1	14,9	9,4	16,5
	Glony - Alge	44,5	56,6	39,4	46,8
	Razem - Total	69,6	71,5	48,8	63,3
3	Porosty - Lichens	27,0	16,8	6,3	16,7
	Glony - Alge	33,1	49,5	35,1	39,2
	Razem - Total	60,1	66,3	41,4	55,9
0	Porosty - Lichens	32,3	16,5	6,9	18,6
	Glony - Alge	25,9	47,3	30,8	34,7
	Razem - Total	58,2	63,8	37,7	53,3

## 4.1.2. Analiza chemiczna epifitów i kory sosny

Zawartość fosforu i fluoru w korze i epifitach wzrastała wraz ze zbliżaniem się do Zakładów Chemicznych „Luboń” (tab.4). Na powierzchni 1, leżącej najbliżej źródła zanieczyszczeń, stężenie fosforu w korze było 4-krotnie wyższe, a w epifitach ponad 1,3-krotnie wyższe w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Natomiast stężenie fluoru w korze

i glonach było na powierzchni 1 ponad 2-krotnie, a w porostach 1,5-krotnie wyższe w porównaniu z powierzchnią kontrolną. W badanych substratach najwyższe stężenia siarki stwierdzono na powierzchniach 1 i 2, a znacznie mniejsze stężenia tego pierwiastka odnotowano na powierzchniach 3 i 0. Największe stężenie jonów wodorowych w korze i epifitach stwierdzono na powierzchni 1, a na pozostałych powierzchniach było ono nieco niższe i bardziej wyrównane (tab.4).

Tabela 4. Zawartość fosforu, fluoru i siarki w korze sosny i epifitach (w mg/100g) oraz pH, w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”

Table 4. Concentration of phosphorus, fluorine and sulphur in Scots pine bark and epiphytes (in mg/100g), and pH in the region polluted by the „Luboń” chemical factory

Powierzchnia Plot	Kora - Bark				Porosty - Lichens				Głony - Algae			
	P	F	S	pH	P	F	S	pH	P	F	S	pH
1	27.8	15.3	202	3.02	100.1	12.7	240	3.76	112.7	23.8	289	4.03
2	23.8	13.0	216	3.19	90.3	9.4	292	3.87	96.7	19.6	283	4.09
3	17.4	9.0	108	3.19	87.2	8.8	209	3.92	99.5	13.1	212	4.18
4	6.8	7.0	149	3.17	75.4	8.4	197	4.01	83.4	10.4	173	4.15

#### 4.2. Analiza występowania roztoczy

Roztocze wystąpiły najliczniej w dolnej sekcji drzew, a wraz ze wzrostem wysokości malało ich zagęszczenie (tab.5). Na wszystkich powierzchniach dominowały Oribatida, a drugie z kolei były Actinedida. Tarsonemida i Acaridida były mało liczne, z wyjątkiem drapieżnych Gamasida, które wystąpiły nieco liczniej na powierzchni kontrolnej. W dolnej sekcji drzew, na powierzchniach 2, 3 i 0, Oribatida stanowiły ponad 80% ogółu roztoczy, a na powierzchni 1 stanowiły tylko 52% ogółu roztoczy. W sekcjach wyżej położonych udział liczebny tych pajęczaków najczęściej nie przekraczał 50% ogółu roztoczy, a na powierzchni 1 w wyższych partiach drzew był nieco wyższy.

Najwyższą liczebność roztoczy stwierdzono na powierzchni kontrolnej. Na najbardziej skażonej powierzchni 1 roztocze stanowiły 57%, a na powierzchniach 2 i 3 stanowiły około 68% stanu z powierzchni kontrolnej. Na taki obraz liczebności główny wpływ miały wolnożyjące Oribatida. Różnice w średniej liczebności ogólnej roztoczy i Oribatida pomiędzy powierzchnią kontrolną a powierzchniami 1, 2 i 3 były statystycznie istotne (tab.6). Na uwagę zasługują również drapieżne Gamasida, których zagęszczenie na drzewach w pobliżu źródła zanieczyszczeń było niższe w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Średnia liczebność tych roztoczy na powierzchniach 1 i 3 różniła się statystycznie istotnie w porównaniu z średnią liczebnością na powierzchni kontrolnej, co może świadczyć o ograniczającym wpływie zanieczyszczeń na te drapieżniki.



Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie roztoczy na sosnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń” (osobn./100 cm<sup>2</sup>)Table 5. Vertical distribution of mites on Scots pine trees in the region polluted by the „Luboń” chemical factory (individ./100 cm<sup>2</sup>)

Powierzchnia - Plot	Grupa roztoczy Group of mites	Seksja - Section			Średnio - Mean
		dolna lower	środkowa middle	górna upper	
1	Actinedida	5,03	4,03	1,88	3,65
	Tarsonemida	0,03			0,01
	Oribatida	5,68	5,20	3,58	4,82
	Acaridida		0,03	0,05	0,03
	Gamasida	0,15	0,03	0,08	0,09
	Razem - Total	10,89	9,29	5,59	8,60
2	Actinedida	3,18	2,73	1,90	2,60
	Tarsonemida	0,05			0,02
	Oribatida	15,50	3,28	2,15	6,98
	Acaridida	0,05	0,23	0,03	0,10
	Gamasida	0,35	0,55	0,68	0,53
	Razem - Total	19,13	6,79	4,76	10,23
3	Actinedida	2,63	3,47	3,25	3,12
	Tarsonemida	0,03	0,05		0,03
	Oribatida	13,58	3,20	2,30	6,36
	Acaridida	0,05	0,23	0,28	0,19
	Gamasida	0,33	0,58	0,65	0,52
	Razem - Total	16,62	7,53	6,48	10,22
0	Actinedida	3,83	3,73	3,80	3,79
	Tarsonemida		0,05	0,08	0,04
	Oribatida	20,98	5,15	4,83	10,32
	Acaridida	0,08	0,10	0,08	0,09
	Gamasida	0,30	0,05	0,10	0,12
	Razem - Total	25,19	10,08	9,89	15,06

Tabela 6. Wartość D obliczona dla liczebności ogólnej roztoczy i wybranych grup pomiędzy powierzchniami w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”

Table 6. The D value calculated for group of mites in investigated plots in the region polluted by the „Luboń” chemical factory

Grupa roztoczy Group of mites	Powierzchnia - Plot		
	1 - 0	2 - 0	3 - 0
Acari	6,229***	4,193***	4,842***
Oribatida	6,196***	3,300***	4,316***
Actinedida	0,363	2,977**	1,623
Gamasida	5,689***	1,869	2,013*

poziom istotności - significance:

\* p = 0,05; \*\* p = 0,01; \*\*\* p = 0,001

## 5. DYSKUSJA

W Polsce, obok zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki, poważny problem stanowią związki fluoru [29]. Zanieczyszczenia te pochodzą głównie z zakładów produkujących superfosfat, z hut aluminium oraz z większych elektrowni [11, 17, 29] i są często bardziej fitotoksyczne niż dwutlenek siarki [26, 28]. W latach pięćdziesiątych w okolicy Zakładów Fosforowych w Luboniu, na skutek zwiększenia emisji związków fluoru, przyrost drewna w okolicznych lasach zmalał o 1/3, a las przyzakładowy (około 70 ha) został zupełnie zniszczony [19]. W okolicy omawianego zakładu stwierdzono również wyraźne uszkodzenia roślin, a nawet materiałów budowlanych spowodowane związkami fluoru [8, 32]. W ostatnich latach, pomimo zmniejszenia emisji fluoru, las położony najbliżej Z.Ch. "Luboń" jest silnie zniszczony. Na powierzchni 1, leżącej najbliżej tego źródła emisji, sosny są niższe i znacznie zdeformowane w porównaniu z powierzchniami 2, 3 i 0, a w skrajnych przypadkach spotyka się drzewa płożące.

Dobrą miarą skażenia atmosfery związkami fluoru jest koncentracja tego pierwiastka w korze sosny [31] lub innych drzew i krzewów [11]. Do oceny skażenia środowiska leśnego fluorem można użyć również epifitów, stosując metodę transplantacji porostu *Parmelia physodes* (L.) Ach. z terenów nieskażonych na tereny skażone i ocenając stopień uszkodzenia plechy [31]. Można też wykonać analizę chemiczną znajdujących się na terenie skażonym porostów lub glonów. W korze drzew i epifitach największe stężenie fluoru stwierdzono na powierzchni 1, a wraz z oddalaniem się od źródła emisji zanieczyszczeń w glonach i porostach malało stężenie tego pierwiastka. Należy odnotować, że gatunki epifitów, które wystąpiły w badanym materiale (*Lecanora conizaeoides*, *Scoliosporum chlorococcum* oraz *Chlorella vulgaris*), zaliczane są do odpornych na zanieczyszczenia powietrza [9, 10, 15, 16, 20]. Pomimo odporności *Lecanora conizaeoides* miała plechy uszkodzone, szczególnie w pobliżu omawianego zakładu, a niekiedy plechy były martwe, co świadczy o znacznym zanieczyszczeniu powietrza.

Duża koncentracja fluoru i fosforu w środowisku nadrzewnym, szczególnie w pobliżu emitora zanieczyszczeń, stwarza roztoczom trudne warunki do życia. Ponadto wyższa koncentracja siarki w badanych substratach w okolicy zakładu świadczyć może o większym zanieczyszczeniu powietrza  $SO_2$ , co może dodatkowo pogarszać warunki życia roztoczy. Na sosnach, gdzie stężenie fluoru i fosforu w korze i epifitach było wyższe, stwierdzono mniej roztoczy, co było spowodowane głównie spadkiem liczebności Oribatida. Na powierzchni 1 liczebność tych pajęczaków była o ponad 50% niższa, a na powierzchniach 2 i 3 ponad 30% niższa w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Podobnym spadkiem liczebności zareagowały mechowce w borach iglastych w północnych Czechach, będące pod wpływem zanieczyszczeń związkami fluoru i chloru [30]. Śmiertelność Oribatida wzrastała również pod wpływem nawożenia gleb łąkowych NPK [34]. Wrażliwość tej grupy roztoczy na różne zanieczyszczenia przemysłowe odnotowano na drzewach we wcześniejszych badaniach w okolicy zakładów azotowych [3], huty miedzi [5], zakładów produkujących kwas siarkowy [6] oraz cementowni [7]. Mając na uwadze powyższe obserwacje można sądzić, że Oribatida żyjące na drzewach mogą być wykorzystane przy ocenie stopnia skażenia środowiska leśnego różnymi zanieczyszczeniami przemysłowymi.

Wraz ze wzrostem skażenia środowiska zmniejszała się również liczebność drapieżnych Gamasida, natomiast Actinedida na badanych powierzchniach osiągały zbliżoną liczebność. Pozostałe grupy roztoczy były nielicznie reprezentowane.

Roztocze wystąpiły najliczniej w dolnych sekcjach strzał sosny, a wraz ze wzrostem wysokości malała ich liczebność. Wśród roztoczy dominowały Oribatida, a mniej liczne były Actinedida. Taki obraz rozmieszczenia roztoczy nie odbiegał od tego, który stwierdzono na drzewach i krzewach we wcześniejszych pracach [3, 4, 5, 6, 7].

## 6. WNIOSKI

1. Stężenie fluoru i fosforu w korze drzew i epifitach wzrastało wraz ze zbliżaniem się do Zakładów Chemicznych "Luboń".
2. Zanieczyszczenia emitowane przez Z.Ch. "Luboń" spowodowały spadek liczebności roztoczy; głównie saprofagicznych Oribatida.
3. Roztocze najobficiej zasiedlały dolne odcinki strzał i reprezentowane były głównie przez Oribatida i Actinedida.

## PODZIĘKOWANIA

Autorzy serdecznie dziękują Pani dr Annie Rusińskiej z Zakładu Geobotaniki UAM w Poznaniu za pomoc w oznaczaniu mszaków. Pragniemy podziękować Pracownikom z Nadleśnictwa Babki i Nadleśnictwa Konstantynowo za pomoc w pracach terenowych.

## LITERATURA

- [1] Buck M., Reusmann G., 1971: A new semi-automatic methods for fluoride determination in plant and air samples. *Fluoride* 4, 1, 5-15.
- [2] Corley M.F.V., Crundewell A.C., Dull R., Hilland M.O., Smith A.J.E., 1981: Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *Journal Bryologist* 11, 609-689.
- [3] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenz dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych "Włocławek", I. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 23, 147-163.
- [4] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenz dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych "Włocławek", III. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 24, 99-110.
- [5] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Długosz J., Lipnicki L., Paczuska B., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska* 1 (w druku).
- [6] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Paczuska B., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego "Polchem". *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika* 27, 115-126.
- [7] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Hermann J., Lipnicki L., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego "Kujawy". *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska* 1 (w druku).

- [8] Dziubek T., Fiksiński R., 1961: Wpływ zakładów nawozów fosforowych na zanieczyszczenia środowiska związkami fluoru. *Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn., PTPN, Poznań*, 10, 2/1, 143-158.
- [9] Fałtynowicz W., Izydorek I., Budzbon E., 1991: The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdańsk, Sopot and Gdynia. *Monographiae Botanicae*, 73, 1-52.
- [10] Fałtynowicz W., 1994: Monitoring powietrza. Porosty jako biowskaźniki zanieczyszczenia. Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno.
- [11] Greszta J., 1987: Wpływ przemysłowego zanieczyszczenia na lasy. SGGW-AR, Warszawa, 68-81.
- [12] Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. 1973-92: Miesięczne Przeglądy Agrometeorologiczne, Warszawa.
- [13] Jasiewicz A., 1984: Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych flory polskiej. *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, 30, 3, 217-285.
- [14] Kassenberg A., Rolewicz Cz., 1985: Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce. PWE, Warszawa, 88-116.
- [15] Kawecka B., Eloranta P.V., 1994: Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk łądowych. PWN, Warszawa, 174-176.
- [16] Kiszka J., 1977: Wpływ emisji miejskich i przemysłowych na florę porostów (Lichenes) Krakowa i Puszczy Niepołomickiej. *Wyd. Nauk. WSP Kraków*.
- [17] Kluczyński B., 1989: Wpływ związków fluoru na rośliny drzewiaste. *Życie drzew w skażonym środowisku*. PWN, Warszawa, 105-128.
- [18] Kondracki J., 1988: *Geografia fizyczna Polski*. PWN, Warszawa, 294-296.
- [19] Lemke J., 1963: Kilka uwag na temat szkód dymowych. *Las Pol.*, 3-7.
- [20] Lipnicki L., Wójciak H., 1995: Porosty. Klucz-atlas do oznaczania najpospolitszych gatunków. WSiP, Warszawa, 40-48.
- [21] Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E., 1976: *Analiza chemiczno rolnicza*. PWN, Warszawa.
- [22] Matuszkiewicz W., 1982: *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. PWN, Warszawa.
- [23] Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991: *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- [24] Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny. 1971: *Atlas klimatyczny Polski - Wiatr*. WKiŁ, Warszawa, 153-164.
- [25] Parker R.E., 1978: *Wprowadzenie do statystyki dla biologów*. PWN, Warszawa.
- [26] Prończuk J., 1978: Intoksykacja przemysłowa agrocenoz w świetle sesji naukowej w Ślesinie k. Konina w 1975 r. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 206, 9-16.
- [27] Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych. 1988: *Operat szacunkowy szkód przemysłowych*. Poznań.
- [28] Szalonek I., 1978: Wpływ związków fluoru na rośliny i ich siedliska w rejonie imisji. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 206, 41-55.
- [29] Szalonek I., 1985: Związki fluoru w rejonach dużych źródeł emisji oraz możliwości biologicznej aktywizacji rejonów skażonych. PAN - Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, 1-124.

- [30] Vaněk J., 1974: Zmeny vyvolane prumyslovymi imisemi ve spolecenstvech pancirniku (Acarina - Oribatoidea) pud smrkovych lesu. *Quaestiones geobiologicae* 14, 35-116.
- [31] Świeboda M., Kalemba A., 1983: Zastosowanie wybranych testów biologicznych do oceny poziomu skażenia powietrza atmosferycznego związkami fluoru i dwutlenkiem siarki. *Materiały pokonferencyjne. PAN, Wrocław*, 87-105.
- [32] Zbierska J., 1983: Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez zakłady nawozów fosforowych na uszkodzenie roślin oraz ich skażenie fluorem. *Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn., PTPN, Poznań*, 45, 289-308.
- [33] Zimmer-Urbańska S., 1992: Metody instrumentalne w analityce farmaceutycznej i środowiskowej. *Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa*.
- [34] Żyromska-Rudzka H., 1976: The effect of mineral fertilization of a meadow on the Oribatid mites and other soil mesofauna. *Pol. Ecol. Stud.*, 2, 4, 157-182.

**THE ARBOREAL MITES (ACARI) AND EPIPHYTES  
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS IN THE REGION POLLUTED  
BY THE 'LUBOŃ' CHEMICAL FACTORY NEAR POZNAŃ**

Summary

The arboreal mites and epiphytes of young Scots pine forests in the region polluted by the 'Luboń' chemical factory near Poznań, and in a control plot, were investigated. The polluted plots were situated at distances of 1.5 km (plot 1), 3.8 km (plot 2) and 8.0 km (plot 3) from the 'Luboń' chemical factory, and the control plot (0) was 14.0 km from the pollution source. The samples of 100 cm<sup>2</sup> in area were taken during the spring and autumn of 1991 and 1992, in 10 replications, from 3 vertical sections of Scots pine stems: lower (10 cm above the soil), middle and upper section (above the third terminal whorl of branches). The covering of epiphytes was assessed, and then the mites were collected by scraping the outer part of tree bark.

The concentration of phosphorus and fluorine in Scots pine bark and epiphytes increased towards the pollution source. Mites inhabited mainly the lower section of trees and were represented mainly by the Oribatida and Actinedida. In plots 1 and 2, situated near to the pollution source, the density of Oribatida, which usually predominated among mites, was distinctly lower than in distant plot 3 and in the control plot.



## MECHOWCE (ACARI, ORIBATIDA) NADRZEWNE MŁODNIKÓW SOSNOWYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ ZAKŁADÓW CHEMICZNYCH „LUBOŃ”

Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak

Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Synopsis. W pracy analizowano rozmieszczenie populacji gatunków Oribatida na strzałach sosny w młodnikach sosnowych w okolicy Zakładów Chemicznych „Luboń”. Zanieczyszczenia emitowane z tego zakładu spowodowały spadek liczebności *Carabodes labyrinthicus*, *Micreremus brevipes* i *Zygoribatula exilis*, a zanieczyszczenia te tolerował *Trichoribates trimaculatus*. W pobliżu zakładu odnotowano mniejszą różnorodność gatunkową w porównaniu z powierzchniami 3 i kontrolną, znacznie oddalonymi od źródła zanieczyszczeń.

### 1. WSTĘP I CEL PRACY

W poprzedniej pracy [6] analizowano rozmieszczenie epifitów i roztoczy na strzałach sosny w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”. Wraz ze zbliżaniem się do tych zakładów wzrastało stężenie fluoru i fosforu w korze sosny i epifitach. Na sosnach rosnących w pobliżu źródła emisji stwierdzono wyraźny spadek roztoczy, głównie z grupy Oribatida, w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Największe zagęszczenie roztoczy odnotowano w dolnych sekcjach drzew, gdzie licznie występowały Oribatida i Actinedida.

Celem niniejszej pracy było poznanie reakcji populacji gatunków Oribatida, bytujących na strzałach sosny, na zanieczyszczenia emitowane przez Zakłady Chemiczne „Luboń”.

### 2. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano ze strzał około 20-letniej sosny z powierzchni 1, 2 i 3, zlokalizowanych odpowiednio w III, II i I strefie uszkodzeń drzewostanów oraz z powierzchni kontrolnej (0), położonej poza strefą wyraźnych uszkodzeń drzewostanu. Powierzchnie te były oddalone odpowiednio o 1,5 km, 3,5 km, 8 km i 14 km od Zakładów Chemicznych „Luboń”. Opis terenu badań oraz metodykę pobierania prób przedstawiono wcześniej [6].

Gatunki analizowano za pomocą wskaźników: abundancji (A), dominacji (D) i stałości występowania (C), a dla zgrupowań roztoczy obliczono wskaźniki bogactwa gatunkowego (d), różnorodności gatunkowej Shannona (H) i równomierności (e) [7, 11]. Klasy do-

minacji gatunków przyjęto według Seniczaka [12]. Przedmiotem analizy było 3418 Oribatida.

### 3. WYNIKI BADAŃ

#### 3.1. Skład gatunkowy Oribatida

W badanym materiale stwierdzono 36 taksonów Oribatida (tab.1). Największą liczbę taksonów odnotowano w dolnej sekcji strzał (tab.2-5). Na powierzchniach 1 i 2 leżących bliżej Zakładów Chemicznych „Luboń” odnotowano odpowiednio około 50% i 65% stanu gatunków z powierzchni 3 i 0.

Tabela 1. Lista gatunków Oribatida na sośnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”

Table 1. List of oribatid species on Scots pine trees in the region polluted by the „Luboń” chemical factory

Nazwa gatunku Name of species	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
<i>Adoristes ovatus</i> (C.L.Koch)			+	+
<i>Brachychthonius</i> sp.		+	+	+
<i>Camisia biurus</i> (C.L.Koch)			+	+
<i>C. horrida</i> (Hermann)		+	+	+
<i>C. segnis</i> (Hermann)		+	+	+
<i>C. spinifer</i> (C.L.Koch)			+	+
<i>Carabodes labyrinthicus</i> (Michael)		+	+	+
<i>C. minusculus</i> Berlese		+		
<i>Cepheus cepheiformis</i> (Nicolet)			+	+
<i>Ceratoppia bipilis</i> (Hermann)		+	+	+
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)	+	+	+	+
<i>Cultroribula juncta</i> (Michael)	+	+	+	+
<i>Cymbaeremaeus cymba</i> (Nicolet)		+	+	+
<i>Damaeus</i> sp			+	+
<i>Diapterobates humeralis</i> (Hermann)			+	+
<i>Domatorina plantivaga</i> (Berlese)			+	+
<i>Eporibatula rauschenensis</i> (Sellnick)	+	+	+	+
<i>Eremaeus oblongus</i> C.L. Koch		+	+	+
<i>Eupelops acromios</i> (Hermann)			+	+
<i>Gymnodamaeus bicostatus</i> (C.L. Koch)			+	
<i>Licneremaeus licnophorus</i> (Michael)	+		+	+
<i>Metabelba pulverulenta</i> C.L. Koch	+	+	+	
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael)		+	+	+
<i>Microtritta minima</i> (Berlese)				+
<i>Oppiella nova</i> (Oudemans)	+	+	+	+
<i>O. subpectinata</i> (Oudemans)	+			
<i>Oribatella reticulata</i> Berlese			+	
<i>Oribatula tibialis</i> (Nicolet)	+			
<i>Phauloppia lucorum</i> (C.L.Koch)				+
<i>Punctoribates punctum</i> (C.L. Koch)	+			
<i>Quadroppia quadricarinata</i> (Michael)	+		+	+
<i>Scheloribates latipes</i> (C.L. Koch)		+		+
<i>Suctobelba</i> sp.	+	+	+	+
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	+	+	+	+
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L. Koch)	+	+	+	+
<i>Zygoribatula exilis</i> (Nicolet)	+	+	+	+
Liczba gatunków - Number of species	14	19	29	29



Tabela 2. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni kontrolnej (0) w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń” (A - osobn./100 cm<sup>2</sup>)Table 2. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in a control plot (0), in the region polluted by the „Luboń” chemical factory (A - indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Nazwa gatunku Name of species	Seksja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper	A	D	C
	A	A	A	A	D	C
<i>A. ovatus</i>	0,03	0,03	0,03	0,03	<1,0	2,5
<i>Brachychthonius</i> sp.	0,13			0,04	<1,0	0,8
<i>C. biurus</i>	0,05		0,13	0,06	<1,0	4,2
<i>C. horrida</i>	0,10			0,03	<1,0	2,5
<i>C. segnis</i>	0,13	0,05		0,06	<1,0	2,5
<i>C. spinifer</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>C. labyrinthicus</i>	1,08	0,65	0,60	0,78	7,5	45,8
<i>C. cepheiformis</i>			0,05	0,02	<1,0	1,7
<i>C. bipilis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. schuetzi</i>	0,10			0,03	<1,0	2,5
<i>C. juncta</i>	0,10	0,03		0,04	<1,0	4,2
<i>C. cymba</i>	0,03	0,28	0,43	0,25	2,4	18,3
<i>Damaeus</i> sp.	0,08	0,03		0,04	<1,0	1,7
<i>D. humeralis</i>	0,13		0,08	0,07	<1,0	6,7
<i>D. plantivaga</i>			0,05	0,02	<1,0	0,8
<i>E. rauschenensis</i>	0,78	3,10	2,10	1,99	19,2	57,5
<i>E. oblongus</i>	5,63	0,05		1,89	18,3	25,8
<i>E. acromios</i>	0,03	0,08		0,04	<1,0	2,5
<i>L. licnophorus</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>M. brevipes</i>	0,08	0,15	1,28	0,50	4,8	25,8
<i>M. minima</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>O. nova</i>	0,05	0,03		0,03	<1,0	2,5
<i>P. lucorum</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>Q. quadricarinata</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>S. latipes</i>	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>Suctobelba</i> sp.	0,13	0,03		0,05	<1,0	5,0
<i>T. velatus</i>	0,50	0,10		0,20	1,9	10,0
<i>T. trimaculatus</i>		0,03	0,03	0,02	<1,0	1,7
<i>Z. exilis</i>	11,70	0,50	0,05	4,08	39,4	40,0
Razem - Total	21,06	5,14	4,86	10,35		

Tabela 3. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sosnie na powierzchni 3 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń” (A - osobn./100 cm<sup>2</sup>)

Table 3. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 3, in the region polluted by the „Luboń” chemical factory (A - indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Nazwa gatunku Name of species	Seksja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górną upper	A	D	C
	A	A	A	A	D	C
<i>A. ovatus</i>		0,03	0,03	0,02	<1,0	1,7
<i>Brachychthonius</i> sp.	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. biurus</i>		0,08	0,05	0,04	<1,0	4,2
<i>C. horrida</i>	0,08	0,03		0,04	<1,0	2,5
<i>C. segnis</i>	0,05		0,05	0,03	<1,0	2,5
<i>C. spinifer</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. labyrinthicus</i>	1,48	0,95	0,33	0,92	14,4	46,7
<i>C. cepheiformis</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>C. bipilis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. schuetzi</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>C. juncta</i>	0,88	0,38	0,05	0,44	6,9	20,8
<i>C. cymba</i>	0,05	0,15	0,40	0,20	3,1	17,5
<i>Damaeus</i> sp.	0,75	0,18	0,03	0,32	5,0	12,5
<i>D. humeralis</i>	0,05		0,10	0,05	<1,0	5,0
<i>D. plantivaga</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>E. rauschenensis</i>	0,30	0,93	0,33	0,52	8,1	25,8
<i>E. oblongus</i>	4,63	0,05		1,56	24,3	21,7
<i>E. acromios</i>	0,15	0,20	0,18	0,18	2,8	11,7
<i>G. bicostatus</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>L. licnophorus</i>	0,15			0,05	<1,0	4,2
<i>M. pulverulenta</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>M. brevipes</i>	0,03	0,05	0,63	0,24	3,7	17,5
<i>O. nova</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>O. reticulata</i>	0,25			0,08	1,2	2,5
<i>Q. quadricarinata</i>	0,13			0,04	<1,0	2,5
<i>Suctobelba</i> sp.	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>T. velatus</i>	0,45	0,03		0,16	2,5	7,5
<i>T. trimaculatus</i>		0,03	0,03	0,02	<1,0	1,7
<i>Z. exilis</i>	3,98	0,10	0,08	1,39	21,7	31,7
Razem - Total	13,61	3,25	2,35	6,41		

Tabela 4. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sosnie na powierzchni 2 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń” (A - osobn./100 cm<sup>2</sup>)Table 4. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 2, in the region polluted by the „Luboń” chemical factory (A - indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Nazwa gatunku Name of species	Seksja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper			
	A	A	A	A	D	C
<i>Brachychthonius</i> sp.	0,10	0,03		0,04	<1,0	3,3
<i>C. horrida</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. segnis</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>C. labyrinthicus</i>	0,63	0,45	0,13	0,40	5,7	22,5
<i>C. minusculus</i>	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>C. bipilis</i>	0,03	0,03	0,03	0,03	<1,0	2,5
<i>C. schuetzi</i>	0,05			0,02	<1,0	1,7
<i>C. juncta</i>	0,58	0,33	0,10	0,34	4,8	21,7
<i>C. cymba</i>		0,08	0,28	0,12	1,7	10,0
<i>E. rauschenensis</i>	0,18	1,75	0,73	0,89	12,7	37,5
<i>E. oblongus</i>	9,95	0,08	0,03	3,35	47,7	38,3
<i>M. pulverulenta</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>M. brevipes</i>	0,03	0,10	0,55	0,23	3,3	20,0
<i>O. nova</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>S. latipes</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>Suctobelba</i> sp.	0,03	0,03	0,05	0,04	<1,0	2,5
<i>T. velatus</i>	0,65	0,38	0,15	0,39	5,5	13,3
<i>T. trimaculatus</i>			0,08	0,03	<1,0	1,7
<i>Z. exilis</i>	3,13	0,05	0,05	1,08	15,4	25,0
Razem - Total	15,56	3,31	2,18	7,03		

Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sosnie na powierzchni 1 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń” (A - osobn./100 cm<sup>2</sup>)Table 5. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 1, in the region polluted by the „Luboń” chemical factory (A - indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Nazwa gatunku Name of species	Seksja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper			
	A	A	A	A	D	C
<i>C. schuetzi</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>C. juncta</i>	0,30	0,03		0,11	2,3	8,3
<i>E. rauschenensis</i>	0,03	0,05		0,03	<1,0	2,5
<i>L. licnophorus</i>	0,18			0,06	1,2	4,2
<i>M. pulverulenta</i>		0,03		0,01	<1,0	0,8
<i>O. nova</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>O. subpectinata</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>O. tibialis</i>			0,03	0,01	<1,0	0,8
<i>P. punctum</i>	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>Q. quadricarinata</i>	0,03	0,03		0,02	<1,0	1,7
<i>Suctobelba</i> sp.	0,03			0,01	<1,0	0,8
<i>T. velatus</i>	0,45	0,23	0,20	0,29	6,0	12,5
<i>T. trimaculatus</i>	3,78	4,80	3,35	3,98	82,1	90,0
<i>Z. exilis</i>	0,83	0,03		0,29	6,0	13,3
Razem - Total	5,72	5,23	3,58	4,85		

Najwyższe wskaźniki bogactwa gatunkowego, różnorodności i równomierności odnotowano na powierzchni 3, a najniższe na powierzchni 1 położonej najbliżej zakładu (tab.6). Nieco dalej od źródła emisji zanieczyszczeń (powierzchnia 2) stwierdzono wyraźny wzrost tych wskaźników, lecz były one niższe niż na powierzchniach 3 i 0.

Tabela 6. Wskaźniki d, H i e dla Oribatida na badanych sosnach w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”

Table 6. The d, H and e indices for Oribatida on Scots pine trees in the region polluted by the „Luboń” chemical factory

Wskaźnik Index	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
d	2,044	2,675	4,218	3,932
H	0,778	1,738	2,308	1,972
e	0,295	0,590	0,685	0,596

### 3.2. Analiza występowania gatunków Oribatida

Na powierzchni kontrolnej wśród Oribatida dominowała *Zygoribatula exilis* (tab.7). Gatunek ten najobficiej zasiedlał dolne partie strzał (tab.2), a poza nim licznie wystąpił *Eremaeus oblongus*, który uplasował się wśród dominantów. W klasie tej znalazła się również *Eporibatula rauschenensis*, która najobficiej zasiedlała wyższe odcinki strzał, osiągając wskaźnik stałości występowania około 60. Wysoki wskaźnik stałości występowania (ponad 45) osiągnął również *Carabodes labyrinthicus*, który uplasował się w klasie subdominantów. Ponadto w górnej sekcji drzew, poza gatunkiem *Eporibatula rauschenensis*, licznie wystąpił *Micreremus brevipes*. Ten ostatni gatunek wraz z dwoma innymi wystąpił wśród recedentów. Na omawianej powierzchni najliczniej reprezentowana była klasa subrecedentów, w której odnotowano 22 taksony.

Na powierzchniach 2 i 3, leżących bliżej emitora zanieczyszczeń, najwyższe wskaźniki dominacji uzyskał *Eremaeus oblongus*, a druga z kolei była *Zygoribatula exilis* (tab.7). Na powierzchni 3 gatunki te uplasowały się w klasie eudominantów. Natomiast na powierzchni 2 *Eremaeus oblongus* znalazł się w klasie superdominantów i stanowił prawie 50% ogółu występujących tam Oribatida. *Zygoribatula exilis* i *Eporibatula rauschenensis* wystąpiły w klasie dominantów. Na powierzchni 3 w tej ostatniej klasie uplasował się również *Carabodes labyrinthicus*. Najwięcej taksonów na powierzchni 2 i 3 (odpowiednio 11 i 18) odnotowano wśród subrecedentów.

Zupełnie odmienną strukturę dominacji stwierdzono na powierzchni 1. położonej najbliżej emitora zanieczyszczeń. Na wszystkich badanych odcinkach strzał dominował niepodzielnie *Trichoribates trimaculatus* (tab.5, 7), który osiągnął wskaźnik dominacji ponad 80 i znalazł się w klasie superdominantów. Dalsze gatunki (*Tectocephus velatus* i *Zygoribatula exilis*) odnotowano dopiero w klasie subdominantów. Na tej powierzchni klasa subrecedentów była reprezentowana przez 9 taksonów. *Trichoribates trimaculatus* osiągnął na powierzchni 1 nie tylko najwyższe zagęszczenie (tab.5), lecz także bardzo wysoki wskaźnik stałości występowania (90). Na pozostałych powierzchniach gatunek ten występował sporadycznie (tab.2, 3, 4). Natomiast liczebność takich mechowców, jak *Zygoribatula exilis*, *Carabodes labyrinthicus*, *Micreremus brevipes*, *Cymbaerema*

*cymba* na ogół wzrastała w kierunku powierzchni kontrolnej. Należy odnotować fakt, że trzech ostatnich gatunków w ogóle nie stwierdzono na powierzchni 1. Ponadto na uwagę zasługuje *Eporibatula rauschenensis*, która wystąpiła najobficiej na powierzchni kontrolnej, mniej liczna była na powierzchniach 2 i 3, a na powierzchni 1 występowała sporadycznie.

Tabela 7. Struktura dominacji Oribatida na sosnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”

Table 7. The dominance structure of Oribatida on Scots pine trees in the region of polluted by the „Luboń” chemical factory

Powierzchnia 1 - Plot 1	Powierzchnia 2 - Plot 2	Powierzchnia 3 - Plot 3	Powierzchnia 0 - Plot 0
Superdominanty			
<i>T. trimaculatus</i> 82,1	<i>E. oblongus</i> 47,7		
Eudominanty			
	<i>E. oblongus</i>	24,3	<i>Z. exilis</i> 39,4
		<i>Z. exilis</i> 21,7	
Dominanty			
	<i>Z. exilis</i> 15,4	<i>C. labyrinthicus</i> 14,4	<i>E. rauschenensis</i> 19,2
	<i>E. rauschenensis</i> 12,7		<i>E. oblongus</i> 18,3
Subdominanty			
<i>T. velatus</i> 6,0	<i>C. labyrinthicus</i> 5,7	<i>E. rauschenensis</i> 8,1	<i>C. labyrinthicus</i> 7,5
<i>Z. exilis</i> 6,0	<i>T. velatus</i> 5,5	<i>C. juncta</i> 6,9	
		<i>Damaeus</i> sp. 5,0	
Recedenty			
2 gatunki - species	3 gatunki - species	5 gatunków - species	3 gatunki - species
Subrecedenty			
9 gatunków - species	11 gatunków - species	18 gatunków - species	22 gatunki - species

#### 4. DYSKUSJA

Zakłady Chemiczne "Luboń" emitują do atmosfery znaczne ilości zanieczyszczeń pyłowych i gazowych [6]. Charakterystycznymi zanieczyszczeniami pochodzącymi z tego zakładu są fluor, fosfor i ich związki. Zanieczyszczenia te opadają najczęściej w najbliższej okolicy źródła emisji, dlatego też wraz ze zbliżaniem się do Z.Ch. „Luboń” w korze sosny i epifitach wykazano wzrost zawartości fluoru i fosforu. Na sosnach rosnących w pobliżu tego zakładu stwierdzono znaczny spadek liczebności i liczby gatunków mechowców oraz zmiany w ich strukturze dominacji. Podobne zmiany w składzie Oribatida stwierdzono w borach iglastych w północnych Czechach zanieczyszczonych fluorem, chlorem i ich związkami [14].

Mechanizm toksycznego oddziaływania fluoru na roztocze nie jest dotąd znany. W przypadku pszczoł zatrucie fluorem objawia się porażeniem nerwów i mięśni [8]. Należy mieć na uwadze fakt, że obok silnie toksycznych związków fluoru oraz fosforu

z terenu Z.Ch. „Luboń” emitowane są między innymi dwutlenek siarki i tlenki azotu, których szkodliwość na wolnożyjące Oribatida wykazano wcześniej [5, 13]. W wyniku nawożenia gleb łąkowych NPK zwiększyła się również śmiertelność Oribatida oraz zmieniła się ich struktura dominacji [16]. Stąd też nie wyklucza się synergicznego oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych przez Z.Ch. „Luboń” na wymienione pajęczaki.

Ciekawym wydaje się fakt, że wśród Oribatida na najbardziej skażonej powierzchni I niepodzielnie dominował *Trichoribates trimaculatus*. Gatunek ten tolerował również zanieczyszczenia pochodzące z zakładów produkujących kwas siarkowy [5], zakładów azotowych [1, 2] oraz cementowni [4]. Natomiast wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń malało na ogół zagęszczenie na drzewach takich gatunków, jak *Carabodes labyrinthicus*, *Micreremus brevipipes* i *Zygoribatula exilis*. Wymienione gatunki *Carabodes labyrinthicus* i *Micreremus brevipipes* były również wrażliwe na zanieczyszczenia emitowane przez hutę miedzi [3], zakłady azotowe [1, 2], cementownię [4], a pierwszy z wymienionych gatunków reagował również negatywnie na zanieczyszczenia pochodzące z zakładów produkujących kwas siarkowy [5] i z aglomeracji miejskiej Berlina [15]. *Zygoribatula exilis* zareagowała negatywnie na zanieczyszczenia pochodzące z zakładów azotowych [1, 2] oraz z cementowni [4]. Warto zwrócić uwagę na występowanie tego nadrzewnego gatunku [9] na drzewach i w glebie. Na najbardziej skażonej powierzchni I *Z. exilis* wystąpiła licznie w glebie, natomiast na pozostałych powierzchniach występowała głównie na drzewach [10]. Przemieszczenie się tego gatunku z środowiska nadrzewnego do gleby na silnie skażonej powierzchni I można wiązać z oddziaływaniem Zakładów Chemicznych „Luboń”.

## 5. WNIOSKI

1. W młodnikach sosnowych leżących w pobliżu Zakładów Chemicznych „Luboń” odnotowano mniejszą różnorodność gatunkową w porównaniu z powierzchniami 3 i 0, oddalonymi od tego źródła zanieczyszczeń.
2. Na zanieczyszczenia emitowane przez Z.Ch. „Luboń” wrażliwe były *Carabodes labyrinthicus*, *Micreremus brevipipes* i *Zygoribatula exilis*, a tolerował je *Trichoribates trimaculatus*.

## LITERATURA

- [1] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy uolnego piętra boru świeżego w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych "Włocławek", II. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 83-97.
- [2] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy uolnego piętra boru świeżego w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych "Włocławek", III. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 99-100.
- [3] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska I (w druku).
- [4] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinat Cementowo-Wapienniczego "Kujawy". Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska I (w druku).

- [5] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego "Polchem". Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 127-137.
- [6] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Hermann J., Paczuska B., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych "Luboń". Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 28, 63-75.
- [7] Górny M., Grüm L., 1981: Metody stosowane w zoologii gleby. PWN, Warszawa, 397-408.
- [8] Ionescu A., 1978: Zanieczyszczenia cywilizacyjne i ich skutki w rolnictwie. PWRiL, Warszawa, 82-94.
- [9] Kiełczewski B., Seniczak S., 1971: Mechowce (Oribatei) występujące na świerku pospolitym. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTP, Poznań, 32, 45-49.
- [10] Klimek A., Seniczak S., Bukowski G., 1995: The soil mites (Acari) associated with young Scots pine forests polluted by a chemical factory "Luboń" near Poznań. Mat. sympozjum akarologicznego, Siedlce.
- [11] Odum E.P., 1982: Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa, 175-200.
- [12] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. Rozprawy UMK, Toruń, 41-57.
- [13] Seniczak S., Dąbrowski J., 1993: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland), I. Zool. Beitr. N.F., 35, 1, 3-17.
- [14] Vaněk J., 1974: Zmeny vyvolane prumyslovymi imisemi ve spolecenstvech pancirniku (Acarina-Oribatoidea) pud smrkovych lesu. Quaestiones geobiologicae, 14, 35-116.
- [15] Weigmann G., Jung E., 1992: Die Hornmilbrn (Acari, Oribatida) an Straßenbäumen in Stadtzonen unterschiedlicher Luftbelastung in Berlin. Zool. Beitr. N.F., 34, 2, 273-287.
- [16] Żyromska-Rudzka H., 1976: The effect of mineral fertilization of a meadow on the Oribatid mites and other soil mesofauna. Pol. Ecol. Stud. 2 4, 157-182.

**THE ARBOREAL ORIBATID MITES (ACARI, ORIBATIDA)  
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS IN THE REGION POLLUTED  
BY THE 'LUBOŃ' CHEMICAL FACTORY NEAR POZNAŃ**

Summary

The arboreal oribatid mites (Acari, Oribatida) of young Scots pine forests in the region polluted by the 'Luboń' chemical factory near Poznań, and in a control plot, were investigated. The air pollution reduced the density of *Carabodes labyrinthicus*, *Micremes brevipes* and *Zygoribatula exilis*, while *Trichoribates trimaculatus* tolerated this pollution. In highly polluted plots 1 and 2, situated near to the pollution source, the Shannon *H* index was lower than less polluted plot 3 and in the control plot.





## ROZTOCZE (ACARI) NADRZEWNE I EPIFITY MŁODNIKÓW SOSNOWYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ ZAKŁADÓW AZOTOWYCH WŁOCŁAWEK

Janusz Dąbrowski<sup>1</sup>, Stanisław Seniczak<sup>1</sup>, Beata Dąbrowska<sup>2</sup>  
Ludwik Lipnicki<sup>3</sup>, Bogna Paczuska<sup>2</sup>, Marek Romiński<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

<sup>2</sup> Katedra Botaniki i Ekologii, Wydział Rolniczy ATR  
ul. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

<sup>3</sup> Pracownia Biologii i Ochrony Środowiska, Zamiejscowy Wydział Wychowania  
Fizycznego, ul. Estkowskiego 13, 66-400 Gorzów Wielkopolski

<sup>4</sup> Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo-Usługowe „Pro-Lab”  
ul. Toruńska 222, 87-800 Włocławek

*Synopsis.* W pracy przedstawiono występowanie roztoczy i epifitów na strzałach sosny w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń wzrastała zawartość mineralnych form azotu w korze sosny i epifitach. W najbliższej okolicy zakładu strzały sosny zdominowane były przez glony, a porosty występowały tam sporadycznie. Roztocze wystąpiły najobficiej w dolnych partiach strzał i reprezentowane były głównie przez Oribatida i Actinedida. Ich liczebność na strzałach sosny malała w miarę zbliżania się do źródła emisji zanieczyszczeń.

### 1. WSTĘP I CEL PRACY

W okresie powojennym wraz z intensyfikacją rolnictwa w naszym kraju zaistniała potrzeba wzbogacania gleby w składniki mineralne. Powstały ogromne zakłady produkujące nawozy azotowe. Wydzielane przez nie do atmosfery w dużej ilości związki gazowe, szczególnie tlenki azotu, dwutlenek siarki, amoniak oraz pyły, w stosunkowo szybkim tempie zaczęły na znacznych obszarach degradować lasy [14]. Już po niespełna 5 latach od uruchomienia Zakładów Azotowych w Puławach odnotowano wokół nich uszkodzenia lasów na obszarze 10 tys. ha [15].

Zakłady Azotowe Włocławek (ZAW) rozpoczęły produkcję saletry amonowej w 1974 r., a 9 lat później dodatkowo uruchomiły produkcję polichloru winylu. Skażenie gleb związkami azotowymi w okolicy ZAW wzrastało z biegiem lat sukcesywnie [22], co spowodowało zmiany w składzie roślinności leśnej [16]. Zmiany te dotyczyły również akarofauny, która występuje licznie w siedliskach borowych, co wykazano na przykładzie starodrzewia sosnowego. Na emitowane zanieczyszczenia Zakładów Azotowych Włocławek

wiek roztocze zareagowały zmianami liczebności i składu gatunkowego, w większym stopniu na pniach drzew i pędach krzewów [6, 7, 30] niż w glebie [17, 31, 32].

Celem niniejszej pracy było poznanie liczebności i składu grupowego roztoczy nadrzecznych i epifitów w młodnikach sosnowych leżących w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek.

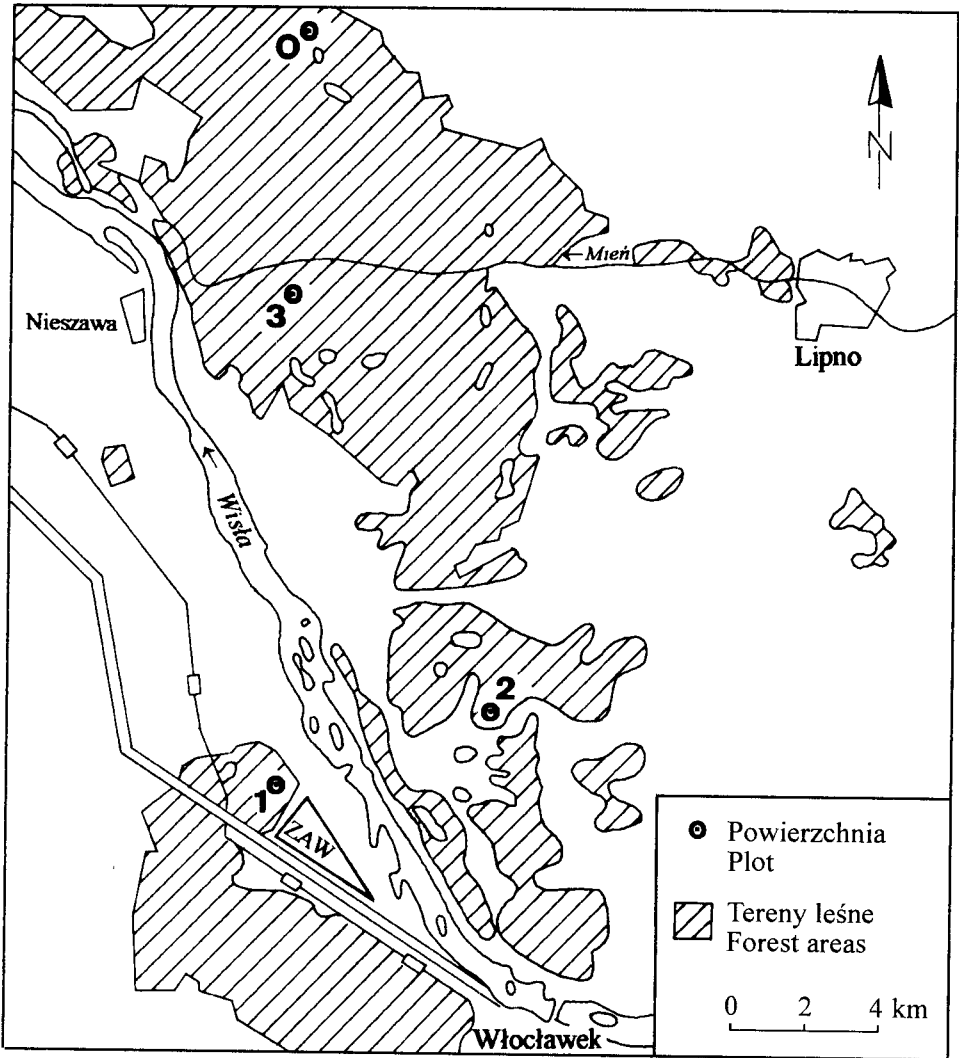
## 2. OPIS TERENU BADAŃ

Zakłady Azotowe Włocławek usytuowane są na wysokim tarasie Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej na pograniczu Kotliny Toruńskiej z Kotliną Płocką [18]. Szczegółową charakterystykę klimatu okolic ZAW przedstawiono w innych opracowaniach [2, 3]. Wilgotność względna powietrza osiąga tam minimum w czerwcu (65%), a maksimum w okresie od października do grudnia (88%). Przeciętna suma opadów wynosi około 507 mm. Dni pogodnych jest w roku od 35 do 40, a dni pochmurnych 162. Czas usłonecznienia wynosi średnio 1482 godziny w roku. Średnie roczne temperatury na omawianym obszarze kształtują się na poziomie około 8°C. Wiatr w okolicy ZAW wiał najczęściej z kierunku zachodniego (20,6% ogółu wiatrów) i północno-zachodniego (18,7% ogółu wiatrów) [13]. Prędkość wiatru mieściła się najczęściej w granicach od 1 m/s do 4 m/s, co stanowiło 64% pozostałych prędkości wiatrów.

Powierzchnie badawcze zlokalizowano w około 20 letnich młodnikach sosnowych znajdujących się w różnych strefach uszkodzeń drzewostanów w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń pochodzących z ZAW. Powierzchnie 1, 2 i 3 leżały kolejno w III, II i I strefie uszkodzeń drzewostanu [29] i były odległe odpowiednio o 1,0 km, 5,5 km i 14 km od emitora zanieczyszczeń (rys. 1). Powierzchnię kontrolną (0) zlokalizowano 21 km od emitora w strefie bez wyraźnych uszkodzeń drzewostanu.

Gleby badanych powierzchni zakwalifikowano do typu gleb rdzawych i podtypu gleb bielcowo-rdzawych. Porasta je zwarty młodnik sosnowy, na siedlisku boru świeżego, który pod względem fitosocjologicznym zakwalifikowano do zespołu *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973 [23]. Najwyższe piętro stanowi w nim sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) z niewielkim udziałem brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) (tab. 1). Na powierzchni 2 i kontrolnej występują dodatkowo dąb bezszypułkowy (*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb.), modrzew europejski (*Larix decidua* Miller) i topola (*Populus tremula* L.). Warstwa krzewów złożona jest głównie z podrostu brzozy, dębu i kalcylfilnej czeremchy późnej (*Prunus serotina* Ehrh.), jeżyny popielicy (*Rubus caesius* L.) i jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.). Pokrycie krzewów wyraźnie wzrasta wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń. Warstwę zielną tworzą w niewielkim stopniu siewki drzew i krzewów, a także krzewinki wrzosu zwyczajnego (*Calluna vulgaris* Hull.), borówki brusznicy (*Vaccinium vitis-idaea* L.) i borówki czernicy (*V. myrtillus* L.). Wąskolistne trawy reprezentowane są przez kostrzewę owczą (*Festuca ovina* L.) i mietlicę pospolitą (*Agrostis tenuis* Sibth.). Na powierzchni 3 warstwa zielna jest słabiej zwarta w porównaniu z pozostałymi powierzchniami. Odnotowano tam również niewielki udział chrobotków *Cladonia gracilis* (L.) Willd. i *Cl. sylvatica* (L.) Hoffm. Warstwa mszysta obficie pokrywała powierzchnię 1 i 3 (90%), natomiast pokrycie powierzchni 2 i kontrolnej wynosiło odpowiednio 70% i 80%. Tworzą ją mezofilne mchy charakterystyczne dla siedlisk borowych, takie jak *Pleurozium schreberi* (Bridd.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw., *Dicranum scoparium* Hedw. i *Brachythecium*

*curtum* (Lindb.). Miejscami duże płyty tworzy *Pohlia nutans* (Hedw.). Powierzchnia kontrolna jest nieco bogatsza florystycznie od pozostałych powierzchni.



Rys.1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych w okolicy Zakładów Azotowych Włocławek (ZAW)

Fig.1. The location of investigated plots in relation to the nitrogen fertilizer factory at Włocławek (ZAW)

W latach 1988-92 spośród zanieczyszczeń emitowanych przez ZAW największą masę stanowiły dwutlenek siarki i tlenki azotu (tab.2). W okresie tym niepokojąco wzrosła emisja chlorku winylu i wysoki był również udział pyłu saletry amonowej.



Tabela 1 cd.  
Table 1 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ch. <i>Dicrano-Pinion</i>									
<i>Vaccinio-Piceetalia</i>									
<i>Vaccinio-Piceetea:</i>									
	d	3.3	3.3	2.3	2.3	4.3	4.3	3.4	3.4
<i>Pleurozium schreberi</i>	d	2.2	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1
<i>Dicranum polysetum</i>		+	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1
<i>Festuca ovina</i>		1.1	1.1	.	.	.	.	1.2	+
<i>Calluna vulgaris</i>	d	1.1	1.1	.	.	.	1.1	.	.
<i>Polytrichum juniperinum</i>		1.1	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>		+	+	+	+	+	+	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i>		+	+2	.	.	.	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i>		.	.	1.2	1.2	.	.	.	.
<i>Dicranum scoparium</i>	d	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.
<i>Cladonia gracilis</i>	d	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>C. sylvatica</i>	d	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		.	.	.	.	+	+	1.2	1.1
<i>V. myrtillus</i>		.	.	.	.	+	+	1.1	1.1
<i>Luzula pilosa</i>		.	.	.	.	.	.	1.1	+
<i>Veronica officinalis</i>		.	.	.	.	.	.	+	+
Gatunki towarzyszące:									
Companions:									
<i>Pohlia nutans</i>	d	2.2	2.2	2.2	2.2	1.3	1.3	2.2	2.2
<i>Brachythecium curtum</i>	d	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Scleropodium purum</i>	d	1.2	2.2	1.1	1.2	.	.	+	1.2
<i>Agrostis tenuis</i>		+	1.2	+	1.2	.	.	+	1.1
<i>Hypericum perforatum</i>		.	1.1	.	.	.	.	+	+
<i>Moehringia trinervia</i>		1.2	+2	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum jutlandicum</i>	d	+	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>		.	.	+	+	.	.	+	.

Tabela 2. Zanieczyszczenia emitowane przez Zakłady Azotowe Włocławek (w Mg/rok) wykazane przez Dział Ochrony Środowiska ZAW

Table 2. The amount of pollution (Mg/year) produced by a nitrogen fertilizer factory Włocławek reported by the section of environmental protection of this factory

Zanieczyszczenia Pollution	Lata - Years				
	1988	1989	1990	1991	1992
Pył saletry amonowej Ammonium nitrate dust	555	515	451	392	292
Popiół lotny Fly-ash	91	50	40	47	37
Tlenki azotu Nitrogen oxides	3807	3793	2463	1231	1634
Tlenek węgla Carbon monoxide	164	129	88	84	80
Dwutlenek siarki Sulphur dioxide	6013	5785	5989	5253	5734
Amoniak Ammonia	216	218	117	95	78
Chlorek winylu Vinyl chloride	197	198	345	575	1341
Polichlorek winylu Polyvinyl chloride	57	57	155	169	119
Czterochlorek węgla Carbon tetrachloride		231	86	143	31

### 3. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań w młodnikach sosnowych pobrano ze strzał sosny, na których wyznaczono 3 sekcje wysokościowe. Sekcję dolną zlokalizowano na wysokości 10 cm od podłoża, sekcję środkową - w środkowej części strzały i sekcję górną usytuowano na wysokości trzeciego okółka, licząc od wierzchołka drzewa. Powierzchnia próby w każdej sekcji obejmowała dookoła strzałę i wynosiła 100 cm<sup>2</sup>. Do ilościowych badań epifitów w poszczególnych próbach używano siatek o wielkości oczek 1 cm x 1 cm. Po jakościowej i ilościowej rejestracji epifity zeskrobywano wraz z powierzchniową warstwą kory do worków foliowych. Ze wszystkich powierzchni materiał pobierano w dni słoneczne, w pierwszych dekadach maja i października w 1991 i 1992 r., każdorazowo w 10 powtórzeniach. Roztocze wyplaszano w aparatach Tullgrena, konserwowano i preparowano, a następnie oznaczano. Z ogólnej liczby 480 prób uzyskano 6898 roztoczy. Istotność różnic średniej liczebności ogólnej roztoczy i liczniej reprezentowanych grup pomiędzy powierzchniami badano testem d, na poziomach istotności  $p = 0,05$ ,  $p = 0,01$  i  $p = 0,001$  [26].

Do analiz chemicznych pobrano osobno korę, glony i porosty ze strzał sosny w przedziale wysokości 110 cm - 150 cm, licząc od powierzchni gleby. Azot amonowy i azotanowy oznaczano metodą kolorymetryczną. Ekstrakt sporządzano ze świeżego materiału stosując 1 M roztwór KCl [1]. Siarkę ogólną oznaczano metodą nefelometryczną opierającą się na pomiarze zmętnienia roztworu, w którym siarka wytrącana jest za po-

mocą chlorku barowego [25]. Chlorek winylu oznaczano metodą chromatografii gazowej, używając chromatografu gazowego PYE-UNICAM PU-4550. Wartość pH oznaczano w H<sub>2</sub>O metodą potencjometryczną [20].

Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych przyjęto według Flora Europea [12], a mszaków według Mosses of Europe and the Azores [5].

#### 4. WYNIKI

##### 4.1. Analiza epifitów

##### 4.1.1. Analiza gatunkowa i ilościowa

Na strzałach sosny epifity reprezentowane były przez porosty i glony (tab.3). Na powierzchniach 2, 3 i 0 porosty dominowały w dolnych partiach strzał, a wraz ze wzrostem wysokości ich udział malał na korzyść glonów. Natomiast na powierzchni 1, położonej najbliżej emitora, strzały sosny na całej wysokości były zdominowane przez glony, a porosty wystąpiły tam w niewielkiej ilości. Te ostatnie epifity wystąpiły najobficiej na powierzchni 2, a znaczny ich udział odnotowano również na powierzchniach 3 i 0. Ogólnie można stwierdzić, że w pobliżu ZAW epifity wystąpiły obficie niż na powierzchni kontrolnej.

Tabela 3. Pokrycie strzał sosny przez epifity (w %) w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek

Table 3. Epiphyte cover (in %) on Scots pine stems in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek

Powierzchnia		Seksja - Section			Średnio -Mean
Plot	Epifity - Epiphytes	dolna lower	środkowa middle	górna upper	
1	Porosty - Lichens	7.62	4.87	3.00	5.16
	Glony - Algae	66.87	59.00	45.75	57.21
	Razem - Total	74.49	63.87	48.75	62.37
2	Porosty - Lichens	48.62	33.00	15.37	32.33
	Glony - Algae	33.25	46.62	43.75	41.21
	Razem - Total	81.87	79.62	59.12	73.54
3	Porosty - Lichens	40.25	25.25	12.12	25.87
	Glony - Algae	26.50	41.12	37.25	34.96
	Razem - Total	66.75	66.37	49.37	60.83
0	Porosty - Lichens	28.00	17.87	8.62	18.16
	Glony - Algae	26.37	31.87	31.25	29.83
	Razem - Total	54.37	49.74	39.87	47.99

Na wszystkich badanych powierzchniach wystąpiły dwa gatunki porostów: *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb. i *Scoliciosporum chlorococcum* (Stenham.) Vezda. Na powierzchni 1 odnotowano ponadto gatunek *Lepraria incana* (L.) Ach., na powierzchniach 3 i 0, bardziej oddalonych od źródła emisji zanieczyszczeń, wystąpił porost o pleśze listkowatej *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl, a na powierzchni 3 również

*Cladonia* sp. Należy odnotować fakt, że na badanych powierzchniach *Lecanora conizaeoides* była w różnym stopniu zdegenerowana przez zanieczyszczenia. Przejawiało się to w zamieraniu plechy, infekcji owocników grzybami oraz ich zamieraniu. Glony reprezentowane były przez rodzaj *Chlorococcum*.

#### 4.1.2. Analiza chemiczna epifitów i kory sosny

Zawartość azotu amonowego w korze sosny i epifitach wyraźnie wzrastała wraz ze zbliżaniem się do ZAW (tab.4).

Tabela 4. Zawartość mineralnych form azotu, siarki i chlorku winylu w korze sosny i epifitach (w mg/100g) oraz pH w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek

Table 4. Concentration of nitrogen ions, sulphur and vinyl chloride in Scots pine bark and epiphytes (in mg/100g), and pH in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek

Składnik Element	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
<b>Kora - Bark</b>				
Azot amonowy Ammonium nitrogen	169.9	35.6	15.0	11.7
Azot azotanowy Nitrate nitrogen	11.8	9.3	8.1	1.1
Chlorek winylu Vinyl chloride	0.09	0.05	0.09	0.06
Siarka Sulphur	157	146	152	112
pH	4.4	3.8	3.7	3.7
<b>Porosty - Lichens</b>				
Azot amonowy Ammonium nitrogen	199.6	40.6	14.0	12.4
Azot azotanowy Nitrate nitrogen	12.6	9.0	9.0	2.7
Chlorek winylu Vinyl chloride	1.06	0.12	0.25	0.06
Siarka Sulphur	264	258	282	246
pH	4.9	4.2	3.9	4.0
<b>Glony - Algae</b>				
Azot amonowy Ammonium nitrogen	205.0	44.9	6.5	5.9
Azot azotanowy Nitrate nitrogen	14.9	10.8	12.6	1.4
Chlorek winylu Vinyl chloride	3.71	1.54	2.90	0.97
Siarka Sulphur	275	284	267	229
pH	4.8	4.0	3.9	4.1



Na powierzchni 1, leżącej najbliżej źródła emisji zanieczyszczeń, zawartość tej formy azotu była w korze 14-krotnie wyższa, w porostach 16-krotnie wyższa, a w glonach aż 35-krotnie wyższa w porównaniu z powierzchnią kontrolną. W badanych substratach na powierzchni 1 stwierdzono również najwyższe stężenie azotu azotanowego. Na tej ostatniej powierzchni stężenie azotu azotanowego w korze i glonach było ponad 10-krotnie wyższe, a w porostach prawie 5-krotnie wyższe w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Na powierzchniach 1, 2 i 3 zawartość siarki w badanych substratach była zbliżona, a nieco niższe stężenia tego pierwiastka odnotowano na powierzchni kontrolnej. W epifitach skażonych przez ZAW stwierdzono również wyższą zawartość chlorku winylu. Na powierzchni 1 stężenie chlorku winylu w glonach było prawie 4-krotnie wyższe, a w porostach ponad 17-krotnie wyższe w porównaniu z powierzchnią kontrolną. W badanych substratach najwyższe pH stwierdzono na powierzchni 1, co było najprawdopodobniej wynikiem wysokiej koncentracji amoniaku, który absorbuje wolne jony wodorowe.

#### 4.2. Analiza występowania roztoczy

Roztocze na badanych strzałach sosny reprezentowane były przez 5 grup (tab.5).

Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie roztoczy na sosnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek (osobn./100 cm<sup>2</sup>)

Table 5. Vertical distribution of mites on Scots pine trees in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Powierzchnia - Plot	Grupa roztoczy Group of mites	Sekcja - Section			Średnio - Mean
		dolna lower	środkowa middle	górna upper	
1	Actinedida	3.10	0.90	1.50	1.83
	Tarsonemida	0.08			0.03
	Oribatida	11.78	6.08	5.50	7.79
	Acaridida	0.08		0.03	0.04
	Gamasida	0.38	0.68	0.93	0.66
	Razem - Total	15.42	7.66	7.96	10.35
2	Actinedida	5.13	2.03	1.80	2.99
	Tarsonemida			0.05	0.02
	Oribatida	16.45	5.40	8.05	9.97
	Acaridida	0.10	0.05	0.08	0.08
	Gamasida	0.43	0.80	0.73	0.65
	Razem - Total	22.11	8.28	10.71	13.71
3	Actinedida	7.55	3.03	2.33	4.30
	Tarsonemida			0.03	0.01
	Oribatida	13.68	4.95	11.93	10.19
	Acaridida	0.05		0.20	0.08
	Gamasida	0.60	1.35	1.18	1.04
	Razem - Total	21.88	9.33	15.67	15.62
0	Actinedida	4.90	5.60	5.28	5.26
	Tarsonemida	0.05		0.05	0.03
	Oribatida	17.28	7.35	9.05	11.23
	Acaridida	0.03	0.60	0.15	0.26
	Gamasida	0.38	1.48	1.20	1.02
	Razem - Total	22.64	15.03	15.73	17.80

Prawie 2/3 ogółu roztoczy stanowiły Oribatida, a znaczne zagęszczenie osiągnęły również Actinedida. Z pozostałych grup roztoczy jedynie Gamasida były nieco liczniej reprezentowane. Roztocze wystąpiły najobficiej w dolnej sekcji strzał, a ich udział wynosił od 42% na powierzchni kontrolnej do 54% na powierzchni 2 w stosunku do ogółu roztoczy.

Wraz ze zbliżaniem się do źródła emisji zanieczyszczeń malało zagęszczenie roztoczy na strzałach sosny. Na powierzchniach 1, 2 i 3 roztocze stanowiły odpowiednio 58%, 77% i 88% stanu liczebnego z powierzchni kontrolnej, a różnice pomiędzy powierzchniami 1 i 2 a powierzchnią kontrolną były statystycznie istotne (tab.6).

Tabela 6. Wartość  $d$  obliczona dla liczebności ogólnej roztoczy i wybranych grup pomiędzy powierzchniami w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek  
Table 6. The  $d$  value calculated for group of mites in investigated plots in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek

Grupa roztoczy Group of mites	Powierzchnia - Plot		
	1 - 0	2 - 0	3 - 0
Acari	5.682***	3.195**	1.366
Oribatida	3.391***	1.304	0.923
Actinedida	5.867***	3.613***	1.072
Gamasida	2.254*	2.384*	0.069

poziom istotności - significance: \*  $p = 0,05$ ; \*\*  $p = 0,01$ ; \*\*\*  $p = 0,001$

Należy odnotować fakt, że na duże stężenia zanieczyszczeń zareagowały spadkiem liczebności wszystkie liczniej reprezentowane grupy roztoczy. Na najbardziej skażonej powierzchni 1 Actinedida stanowiły około 1/3, a Oribatida i Gamasida około 2/3 stanu liczebnego z powierzchni kontrolnej, a różnice liczebności tych grup roztoczy pomiędzy powierzchniami 1 a 0 były statystycznie istotne. Różnice liczebności Actinedida i Gamasida pomiędzy powierzchniami 2 a 0 były również statystycznie istotne.

## 5. Dyskusja

Zakłady Azotowe Włocławek emitują do atmosfery duże ilości związków azotowych, siarki oraz znaczne ilości związków zawierających chlor. Zanieczyszczenia te powodują wiele niekorzystnych zmian w środowisku przyrodniczym, a zwłaszcza w borach sosnowych [4]. Najbardziej widocznym efektem ich oddziaływania są obumierające drzewa i krzewy iglaste [16], a także zmiany w składzie runa i epifitów. Strzały sosny w okolicy zakładu pokryte są głównie glonami, a porosty występują tam w małej ilości. Natomiast w dalszej odległości od zakładu nastąpił znaczący wzrost udziału porostów. Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze obserwacje nad rozmieszczeniem epifitów na drzewach [6] i krzewach [7] w okolicy ZAW. Należy odnotować fakt, że porosty występujące w najbliższej okolicy ZAW (*Lecanora conizaoides*, *Scoliosporium chlorococcum* i *Lepraria incana*) są odporne na zanieczyszczenia powietrza [9, 10, 19]. Natomiast w dalszej odległości od zakładu pojawiły się na strzałach sosny porosty *Cladonia* sp. i *Hypogymnia physodes* charakterystyczne dla środowisk o mniejszym skażeniu powietrza [9, 10, 19, 33]. Jeszcze bardziej ograniczająco na porosty wpłynęły zanie-

czyszczenia pochodzące z Zakładów Azotowych Puławy. Porostów nie stwierdzono tam w lasach w promieniu 3 km w kierunku północno-zachodnim i ok. 10 km od źródła emisji na obszarach nawietrznych [36].

W badanych epifitach i korze sosny stwierdzono wyraźny wzrost stężenia związków azotowych wraz ze zbliżaniem się do źródła zanieczyszczeń. Zarówno epifity, jak i kora sosny są dla roztoczy nadrzewnych pokarmem, miejscem schronienia i rozrodu [6, 28]. Ciekawym wydaje się fakt, że wraz ze wzrostem stopnia skażenia środowiska nadrzewnego malała liczebność roztoczy. Dotyczyło to głównie Oribatida i Actinedida, jak również drapieżnych Gamasida. Podobną reakcję roztoczy na zanieczyszczenia emitowane przez ZAW stwierdzono wcześniej na drzewach i krzewach [6, 7], a także i w glebie [17, 31, 32]. Ograniczenie liczebności roztoczy w okolicy ZAW może być wynikiem dużej koncentracji amoniaku w środowisku leśnym. Zwiększona koncentracja amoniaku jest toksyczna dla roztoczy [24, 34]. Spadek liczebności roztoczy w glebie powodowały wyższe dawki saletry amonowej [21], a także stosowanie siarczanu amonu [11]. Obok negatywnego oddziaływania na roztocze amoniaku nie wyklucza się synergicznego oddziaływania pozostałych zanieczyszczeń. Wzrost stężenia w powietrzu tlenków azotu ograniczał liczebność Oribatida na dębach rosnących przy autostradzie [27]. Roztocze żyjące na sosnach w okolicy Toruńskich Zakładów Chemicznych „Polchem” [8] i na jabłoniach w śródmieściu Berlina [35] okazały się również wrażliwe na zanieczyszczenia  $SO_2$ . Mając na uwadze duże stężenie form azotowych w epifitach i korze sosny w okolicach ZAW można przypuszczać, że główny wpływ na ograniczenie liczebności roztoczy miały zanieczyszczenia azotowe.

## 6. WNIOSKI

1. Zawartość mineralnych form azotu w korze sosny i epifitach wzrastała wraz ze zbliżaniem się do Zakładów Azotowych Włocławek.
2. Zanieczyszczenia emitowane przez ZAW spowodowały spadek liczebności roztoczy żyjących na strzałach sosny.
3. Roztocze wystąpiły najliczniej w dolnych partiach strzał i reprezentowane były głównie przez Oribatida i Actinedida.

## PODZIĘKOWANIA

Autorzy serdecznie dziękują Pani dr Annie Rusińskiej z Zakładu Geobotaniki UAM w Poznaniu za pomoc w oznaczaniu mszaków. Pragniemy podziękować Pani mgr inż. Bogumile Cieścińskiej z Katedry Chemicznych Podstaw Rolnictwa ATR w Bydgoszczy za pomoc przy wykonywaniu analiz chemicznych.

## LITERATURA

- [1] Bremner J.M., 1965: Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. I. Agr. Sci., 55, 1-23.
- [2] Chudy S.B., Chudy B., 1979: Ekologiczne warunki rozwoju podregionu włocławskiego. PWN, Warszawa.

- [3] Chudy B., 1985: Zmiany w geokompleksie okolic Włocławka wywołane uprzemysłowaniem. PWN, Warszawa.
- [4] Cieśla W., 1988: Przemiany w środowisku przyrodniczym okolic Włocławka na przykładzie terenów przyległych do Zakładów Azotowych (ZAW). Mat. Konf. Nauk., Włocławek, 1-13.
- [5] Corley M.F.V., Crundewell A.C., Dull R., Hilland M.O., Smith A.J.E., 1981: Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *Journal Bryologist* 11, 609-689.
- [6] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenoz dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych "Włocławek", I. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, *Zootechnika* 23, 147-163.
- [7] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenoz dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, III. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, *Zootechnika* 24, 99-110.
- [8] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Paczuska B., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego "Polchem". Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, *Zootechnika* 27, 115-126.
- [9] Fałtynowicz W., Izydorek I., Budzbon E., 1991: The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdańsk, Sopot and Gdynia. *Monographiae Botanicae*, 73, 1-52.
- [10] Fałtynowicz W., 1994: Monitoring powietrza. Porosty jako bio wskaźniki zanieczyszczenia. Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno.
- [11] Hryniuk J., 1958: Wpływ wieloletniego nawożenia na drobną faunę glebową. *Rocz. Glebozn.*, 7, 231-234.
- [12] Jasiewicz A., 1984: Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych flory Polskiej. *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, 30, 3, 217-285.
- [13] Kacperkiewicz E., 1987: Sprawozdanie z trzeciego (ostatniego) etapu badań pt. „Wpływ emisji zanieczyszczeń na zmiany w środowisku przyrodniczym w rejonie Zakładów Azotowych we Włocławku”. ATR Bydgoszcz, 77-82.
- [14] Kassenberg A., Rolewicz Cz., 1985: Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce. PWE, Warszawa.
- [15] Kielczewski B., Wiśniewski J., 1982: Las w środowisku życia człowieka. PWRiL, Warszawa.
- [16] Klimas F., Dziamski A., 1988: Dynamika rozwojowa sosny zwyczajnej /*Pinus silvestris*/ oraz zmiany florystyczne w szacie roślinnej zbiorowisk leśnych w zasięgu oddziaływania Zakładów Azotowych Włocławek. Mat. Konf. Nauk., Włocławek, 42-67.
- [17] Klimek A., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) glebowa boru świeżego w płatach z runem mszystym i bez runa w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, *Zootechnika* 24, 125-135.
- [18] Kondracki J., 1988: Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa, 294-296.

- [19] Lipnicki L., Wójciak H., 1995: Porosty. Klucz-atlas do oznaczania najpospolitszych gatunków. WSiP, Warszawa, 40-48.
- [20] Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E., 1976: Analiza chemiczno-rolnicza. PWN, Warszawa.
- [21] Lohm U., Lundkvist H., Persson T., Wirén A., 1977: Effects of nitrogen fertilization on the abundance of enchytraeids and microarthropods in Scots pine forests. *Studia Forestalia Suecica* 140, 1-23.
- [22] Malczyk P., 1988: Zmiany zawartości mineralnych form azotu w glebach leśnych w otoczeniu Zakładów Azotowych we Włocławku w latach 1974-1986. *Mat. Konf. Nauk., Włocławek*, 14-32.
- [23] Matuszkiewicz W., 1982: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- [24] Moursi A., 1962: The lethal doses of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>S for soil arthropods. *Pedobiologia*. 2, 9-14.
- [25] Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- [26] Parker R.E., 1978: Wprowadzenie do statystyki dla biologów. PWN, Warszawa.
- [27] Porzner A., Weigmann G., 1992: Die Hornmilbenfauna (Acari, Oribatida) an Eichenstämmen in einem Gradienten von Autoabgas-Immissionen. *Zool. Beitr. N.F.* 34, 2, 249-260.
- [28] Rajski A., 1966: Stosunki pokarmowe u mechowców (Acari Oribatei). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 65, 237-248.
- [29] Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych. 1983: Operat szacunkowy szkód przemysłowych Nadleśnictwa Dobrzejewice, Toruń.
- [30] Seniczak S., Dąbrowski J., 1993: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). I. *Zool. Beitr. N.F.* 35, 1, 3-17.
- [31] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1994: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). II.: litter/soil fauna. *Zool. Beitr. N.F.* 35, 2, 199-216.
- [32] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1994: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). III.: moss/soil fauna. *Zool. Beitr. N.F.* 36, 1, 11-28.
- [33] Świeboda M., Kalemba A., 1983: Zastosowanie wybranych testów biologicznych do oceny poziomu skażenia powietrza atmosferycznego związkami fluoru i dwutlenkiem siarki. *Materiały pokonferencyjne. PAN, Wrocław*, 87-105.
- [34] Warren K.S., 1962: Ammonia toxicity and pH. *Nature, London*, 195, 47-49.
- [35] Weigmann G., Jung E., 1992: Die Hornmilben (Acari, Oribatida) an Straßenbäumen in Stadtzonen unterschiedlicher Luftbelastung in Berlin. *Zool. Beitr. N.F.* 34, 2, 273-287
- [36] Wójciak H., 1984: Porosty obszarów graniczących z Zakładami Azotowymi w Puławach. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, 39, 4, 29-36.

**THE ARBOREAL MITES (ACARI) AND EPIPHYTES  
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS IN THE REGION POLLUTED  
BY A NITROGEN FERTILIZER FACTORY AT WŁOCLAWEK**

**Summary**

The arboreal mites and epiphytes of young Scots pine forests in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek, and in a control plot, were investigated. The polluted plots were situated at distances of 1,0 km, 5,5 km and 14,0 km from the pollution source, and the control plot (0) was 21,0 km km from this source. The samples of 100 cm<sup>2</sup> in area were taken during the spring and autumn of 1991 and 1992, in 10 replications, from 3 vertical sections of Scots pine stems: lower (10 cm above the soil), middle and upper section (above the third terminal whorl of branches). The covering of epiphytes was assessed, and then the mites were collected by scraping the outer part of tree bark.

The concentration of nitrogen pollution in Scots pine bark and epiphytes increased towards the pollution source. Near to the pollution source, the Scots pine bark was covered mainly by algae, while in other plots lichens predominated in the lower section of trees, and the area covered with algae increased in the high of trees. Mites inhabited mainly the lower section of trees and were represented mainly by the Oribatida and Actinedida; their density decreased towards the pollution source.

## **MECHOWCE (ACARI, ORIBATIDA) NADRZEWNE MŁODNIKÓW SOSNOWYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ ZAKŁADÓW AZOTOWYCH WŁOCŁAWEK**

Janusz Dąbrowski, Stanisław Seniczak

Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

*Synopsis:* W pracy przedstawiono rozmieszczenie gatunków Oribatida na strzałach sosny w okolicy Zakładów Azotowych Włocławek. Najmniejszą różnorodność gatunkową stwierdzono w pobliżu zakładu, natomiast najwyższą na powierzchni kontrolnej. Wrażliwy na zanieczyszczenia emitowane z zakładu był *Carabodes labyrinthicus*, natomiast tolerował je *Trichoribates trimaculatus*.

### 1. WSTĘP I CEL PRACY

W poprzedniej pracy [8] przedstawiono rozmieszczenie roztoczy i epifitów na strzałach sosny w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń pochodzących z Zakładów Azotowych Włocławek. W najbliższej okolicy zakładu stwierdzono ograniczenie występowania porostów epifitycznych. Wraz ze zbliżaniem się do zakładu stwierdzono wzrost mineralnych form azotu w korze sosny i epifitach oraz spadek liczebności roztoczy.

Celem niniejszej pracy była analiza populacji gatunków Oribatida bytujących na strzałach sosny, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Azotowe Włocławek (ZAW).

### 2. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano ze strzał około 20 letnich sosen z powierzchni 1, 2 i 3 zlokalizowanych odpowiednio w III, II i I strefie uszkodzeń drzewostanów oraz z powierzchni kontrolnej (0) położonej poza strefą wyraźnych uszkodzeń drzewostanu. Powierzchnie 1, 2 i 3 były oddalone od Zakładów Azotowych Włocławek odpowiednio 1,0 km, 5,5 km i 14,0 km, natomiast powierzchnia kontrolna była oddalona 21,0 km od tego źródła zanieczyszczeń. Opis terenu badań oraz metodę pobrania prób przedstawiono wcześniej [8].

Gatunki Oribatida analizowano za pomocą wskaźników: abundancji (A), dominacji (D) i stałości występowania (C) [9]. Dla zgrupowań tych roztoczy obliczono wskaźniki bogactwa gatunkowego (d), różnorodności gatunkowej Shannona (H) i równomierności (e) [12]. Klasy dominacji gatunków przyjęto według skali Seniczaka [14]. Przedmiotem analizy było 4702 Oribatida.

## 3. WYNIKI

## 3.1. Skład gatunkowy Oribatida

Na strzałach sosny stwierdzono 30 taksonów Oribatida (tab.1). Najwięcej taksonów odnotowano na powierzchni kontrolnej (27), a na powierzchni 1 położonej najbliższej źródła emisji było ich tylko 14. Na powierzchniach 2 i 3 stwierdzono po 21 taksonów.

Tabela 1. Lista gatunków Oribatida na sosnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek

Table 1. List of oribatid species on Scots pine trees in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek

Nazwa gatunku Name of species	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
<i>Adoristes ovatus</i> (C.L.Koch)		+	+	+
<i>Brachychthonius</i> sp.	+	+	+	+
<i>Camisia biurus</i> (C.L.Koch)	+	+	+	+
<i>C. horrida</i> (Hermann)		+		+
<i>C. segnis</i> (Hermann)	+		+	+
<i>C. spinifer</i> (C.L.Koch)		+		+
<i>Carabodes labyrinthicus</i> (Michael)	+	+	+	+
<i>C. minusculus</i> Berlese		+	+	
<i>C. subarcticus</i> Trägårdh				+
<i>Ceratoppia bipilis</i> Hermann			+	
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)				+
<i>Cultroribula juncta</i> (Michael)		+	+	+
<i>Cymbaeremaes cymba</i> (Nicolet)	+	+	+	+
<i>Damaeus</i> sp.			+	+
<i>Diapterobates humeralis</i> (Hermann)		+	+	+
<i>Domitorina plantivaga</i> (Berlese)	+	+	+	+
<i>Eporibatula rauschenensis</i> (Sellnick)	+	+	+	+
<i>Eremaeus oblongus</i> C.L.Koch	+	+	+	+
<i>Eupelops acromios</i> (Hermann)	+	+	+	+
<i>Hemileius initialis</i> (Berlese)				+
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael)	+	+	+	+
<i>Nothrus silvestris</i> Nicolet				+
<i>Oppiella minus</i> (Paoli)		+		+
<i>O. nova</i> (Oudemans)	+	+	+	
<i>Quadroppia quadricarinata</i> (Michael)				+
<i>Schelorbates latipes</i> (C.L.Koch)				+
<i>Suctobelba</i> sp.		+	+	+
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	+	+	+	+
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L.Koch)	+	+	+	+
<i>Zygoribatula exilis</i> (Nicolet)	+	+	+	+
Liczba gatunków - Number of species	14	21	21	27



Najwyższe wartości wskaźników bogactwa gatunkowego i różnorodności gatunkowej odnotowano na powierzchni kontrolnej, a najniższe na powierzchni 1 (tab.2). Wskaźnik równomierności najwyższą wartość osiągnął na powierzchni 2, a najniższą również na powierzchni 1.

Tabela 2. Wskaźniki d, H i e dla Oribatida na badanych sosnach w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek  
Table 2. The d, H and e indices for Oribatida on Scots pine trees in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek

Wskaźnik Index	Powierzchnia - Plot			
	1	2	3	0
d	1.900	2.825	2.813	3.608
H	1.425	2.146	2.020	2.256
e	0.540	0.705	0.664	0.685

### 3.2. Analiza występowania gatunków Oribatida

Na powierzchni kontrolnej wśród Oribatida dominował *Carabodes labyrinthicus*, który uplasował się w klasie eudominantów (tab.3), osiągając wysoki wskaźnik stałości występowania (70) (tab.4). Gatunek ten wystąpił najliczniej w sekcji dolnej strzał, a wraz ze wzrostem wysokości osiągał mniejsze zagęszczenie.

Tabela 3. Struktura dominacji Oribatida na sośnie w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek

Table 3. The dominance structure of Oribatida on Scots pine trees in the region of polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek

		Powierzchnia - Plot					
		1	2	3	0		
Superdominanty							
<i>T. trimaculatus</i>	54.2						
Eudominanty							
<i>Z. exilis</i>	23.0	<i>C. labyrinthicus</i>	20.7	<i>Z. exilis</i>	27.5	<i>C. labyrinthicus</i>	21.5
				<i>M. brevipes</i>	23.8		
Dominanty							
		<i>M. brevipes</i>	19.8	<i>T. trimaculatus</i>	13.4	<i>Z. exilis</i>	17.0
		<i>E. oblongus</i>	15.8	<i>E. oblongus</i>	10.7	<i>M. brevipes</i>	16.6
		<i>Z. exilis</i>	13.5	<i>C. labyrinthicus</i>	10.0	<i>E. oblongus</i>	14.3
Subdominanty							
<i>E. oblongus</i>	7.5	<i>T. trimaculatus</i>	8.7			<i>Damaeus</i> sp.	8.1
<i>M. brevipes</i>	5.5	<i>Brachychthonius</i> sp.	8.5			<i>D. humeralis</i>	6.3
Reccedenty							
3 gatunki - species		4 gatunki - species		4 gatunki - species		5 gatunków - species	
Subreccedenty							
7 gatunków - species		11 gatunków - species		12 gatunków - species		16 gatunków - species	

W klasie dominantów odnotowano takie gatunki, jak *Eremaeus oblongus* i *Zygoribatula exilis*, które osiągnęły największe zagęszczenie w sekcji dolnej strzał oraz *Micreremus brevipipes*, który dominował niepodzielnie w sekcji wierzchołkowej. Ponadto w sekcji dolnej znaczną liczebność osiągnęły roztocze z rodzaju *Damaeus*, a w wyższych partiach strzał *Dipterobates humeralis*. Taksony te wystąpiły w klasie subdominantów. Kilka gatunków mechowców odnotowano w klasie recedentów, a główna liczba taksonów (16) wystąpiła w klasie subrecedentów.

Tabela 4. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni kontrolnej (0) w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek (A - osobn./100 cm<sup>2</sup>)

Table 4. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in a control plot (0), in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (A - indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Nazwa gatunku Name of species	Sekcja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper			
	A	A	A	A	D	C
<i>A. ovatus</i>			0.03	0.01	<1.0	0.8
<i>Brachychthonius</i> sp.	0.53			0.18	1.6	5.8
<i>C. biurus</i>	0.08	0.08	0.03	0.06	<1.0	5.0
<i>C. horrida</i>		0.03		0.01	<1.0	0.8
<i>C. segnis</i>		0.08		0.03	<1.0	2.5
<i>C. spinifer</i>			0.03	0.01	<1.0	0.8
<i>C. labyrinthicus</i>	4.40	1.80	1.10	2.43	21.5	70.0
<i>C. subarcticus</i>	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>C. schuetzi</i>	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>C. juncta</i>		0.13	0.05	0.06	<1.0	1.7
<i>C. cymba</i>	0.05	0.10	0.78	0.31	2.7	16.7
<i>Damaeus</i> sp.	1.93	0.65	0.18	0.92	8.1	35.0
<i>D. humeralis</i>	0.53	0.68	0.93	0.71	6.3	26.7
<i>D. plantivaga</i>		0.53	0.13	0.22	1.9	14.2
<i>E. rauschenensis</i>	0.18	0.83	0.48	0.50	4.4	29.2
<i>E. oblongus</i>	4.78	0.05	0.03	1.62	14.3	30.0
<i>E. acromios</i>	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>H. initialis</i>	0.15	0.05	0.18	0.13	1.2	8.3
<i>M. brevipipes</i>	0.05	1.03	4.55	1.88	16.6	34.2
<i>N. silvestris</i>			0.03	0.01	<1.0	0.8
<i>O. minus</i>	0.05	0.03	0.03	0.04	<1.0	3.3
<i>Q. quadricarinata</i>		0.03	0.03	0.02	<1.0	1.7
<i>S. latipes</i>	0.05	0.03		0.03	<1.0	2.5
<i>Suctobelba</i> sp.			0.13	0.04	<1.0	1.7
<i>T. velatus</i>	0.15	0.03	0.15	0.11	<1.0	5.0
<i>T. trimaculatus</i>	0.05			0.02	<1.0	0.8
<i>Z. exilis</i>	4.25	1.25	0.25	1.92	17.0	30.0
Razem - Total	17.32	7.41	9.12	11.30		

Na powierzchniach 2 i 3 struktura dominacji mechowców była zbliżona jak na powierzchni kontrolnej (tab.3). Na powierzchni 3 wśród eudominantów znalazły się takie gatunki, jak *Zygoribatula exilis* i *Micreremus brevipes*, a *Carabodes labyrinthicus* osiągnął tu mniejsze zagęszczenie i znalazł się wśród dominantów. Na tych dwóch powierzchniach znaczne zagęszczenie osiągnął *Trichoribates trimaculatus* (tab.5, 6), który na powierzchni 3 uplasował się wśród dominantów, a na powierzchni 2 w klasie subdominantów, osiągając znaczne wskaźniki stałości występowania (odpowiednio 49 i 44). Na tych powierzchniach najwięcej mechowców odnotowano również wśród subrecedentów.

Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni 3 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek (A - osobn./100 cm<sup>2</sup>)

Table 5. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 3, in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (A - indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Nazwa gatunku Name of species	Sekcja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper	A	D	C
	A	A	A	A	D	C
<i>A. ovatus</i>		0.03		0.01	<1.0	0.8
<i>Brachychthonius</i> sp.	0.58	0.03		0.20	2.0	6.7
<i>C. biurus</i>	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>C. segnis</i>	0.10	0.03		0.04	<1.0	3.3
<i>C. labyrinthicus</i>	2.15	0.40	0.50	1.02	10.0	41.7
<i>C. minusculus</i>		0.03		0.01	<1.0	0.8
<i>C. bipilis</i>		0.08		0.03	<1.0	0.8
<i>C. juncta</i>	0.05	0.10		0.05	<1.0	3.3
<i>C. cymba</i>		0.18	0.85	0.34	3.3	17.5
<i>Damaeus</i> sp.	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>D. humeralis</i>	0.10	0.03	0.10	0.08	<1.0	7.5
<i>D. plantivaga</i>		0.75	0.65	0.47	4.6	19.2
<i>E. rauschenensis</i>	0.08			0.03	<1.0	1.7
<i>E. oblongus</i>	3.18	0.08		1.09	10.7	27.5
<i>E. acromios</i>	0.15	0.08	0.10	0.11	1.1	10.0
<i>M. brevipes</i>	0.20	0.90	6.20	2.43	23.8	40.0
<i>O nova</i>	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>Suctobelba</i> sp.	0.15			0.05	<1.0	1.7
<i>T. velatus</i>	0.03	0.05	0.08	0.05	<1.0	5.0
<i>T. trimaculatus</i>	1.03	0.80	2.28	1.37	13.4	49.2
<i>Z. exilis</i>	5.83	1.43	1.18	2.81	27.5	44.2
Razem - Total	13.72	5.00	11.94	10.22		

Zdecydowanie odmienną strukturę dominacji stwierdzono na powierzchni 1 położonej najbliżej ZAW (tab.3). W klasie superdominantów wystąpił *Trichoribates trimaculatus*, którego osobniki stanowiły ponad połowę ogółu liczebności Oribatida, a stałość występowania przekroczyła 80% (tab.7). Obok tego gatunku należy wyróżnić *Zygoribatulę exilis*, która uplasowała się wśród eudominantów, osiągając szczególnie wysokie zagęszczenie w dolnych partiach drzew, a w wyższych odcinkach występowała sporadycznie.

*Trichoribates trimaculatus* osiągnął największe zagęszczenie na powierzchni 1, mniej liczny był na powierzchniach 2 i 3, a na powierzchni kontrolnej wystąpił sporadycznie (tab.4-7). Natomiast *Carabodes labyrinthicus* osiągnął najwyższe zagęszczenie na powierzchni kontrolnej, a na powierzchni 1 wystąpił sporadycznie. Na tej ostatniej powierzchni *Eremaeus oblongus* i *Micreremus brevipes* osiągały zwykle wyraźnie mniejsze zagęszczenie niż na pozostałych powierzchniach. Spośród pozostałych mechowców należy wymienić *Diapterobates humeralis*, który na powierzchni 1 w ogóle nie wystąpił, a znaczne zagęszczenie osiągnął na powierzchni kontrolnej.

Tabela 6. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni 2 w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek (A - osobn./100 cm<sup>2</sup>)

Table 6. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 2, in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (A - indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Nazwa gatunku Name of species	Sekcja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper	A	D	C
	A	A	A	A	D	C
<i>A. ovatus</i>			0.03	0.01	<1.0	0.8
<i>Brachychthonius</i> sp.	2.38	0.13	0.05	0.85	8.5	15.8
<i>C. biurus</i>			0.03	0.01	<1.0	0.8
<i>C. horrida</i>	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>C. spinifer</i>			0.03	0.01	<1.0	0.8
<i>C. labyrinthicus</i>	4.25	1.00	0.95	2.07	20.7	60.8
<i>C. minusculus</i>	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>C. juncta</i>		0.28		0.09	<1.0	3.3
<i>C. cymba</i>		0.28	0.45	0.24	2.4	14.2
<i>D. humeralis</i>	0.18	0.35	0.25	0.26	2.6	17.5
<i>D. plantivaga</i>		0.65	0.48	0.38	3.8	15.0
<i>E. rauschenensis</i>			0.03	0.01	<1.0	0.8
<i>E. oblongus</i>	4.30	0.35	0.08	1.58	15.8	39.2
<i>E. acromios</i>	0.25	0.10	0.05	0.13	1.3	13.3
<i>M. brevipes</i>	0.25	1.25	4.43	1.98	19.8	42.5
<i>O. minus</i>		0.03	0.03	0.02	<1.0	1.7
<i>O. nova</i>			0.03	0.01	<1.0	0.8
<i>Suctobelba</i> sp.		0.05		0.02	<1.0	1.7
<i>T. velatus</i>	0.23	0.03	0.03	0.10	<1.0	3.3
<i>T. trimaculatus</i>	0.80	0.73	1.08	0.87	8.7	44.2
<i>Z. exilis</i>	3.78	0.20	0.08	1.35	13.5	30.8
Razem - Total	16.48	5.43	8.11	10.01		

Tabela 7. Pionowe rozmieszczenie Oribatida na sośnie na powierzchni I w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek (A - osobn./100 cm<sup>2</sup>)Table 7. Vertical distribution of Oribatida on Scots pine trees in plot 1, in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (A - indiv./100 cm<sup>2</sup>)

Nazwa gatunku Name of species	Sekcja - Section			Razem - Total		
	dolna lower	środkowa middle	górna upper			
	A	A	A	A	D	C
<i>Brachychthonius</i> sp.	0.80			0.27	3.5	8.3
<i>C. biurus</i>	0.05			0.02	<1.0	0.8
<i>C. segnis</i>	0.03	0.03	0.03	0.03	<1.0	2.5
<i>C. labyrinthicus</i>		0.03		0.01	<1.0	0.8
<i>C. cymba</i>	0.08	0.15	0.38	0.20	2.6	16.7
<i>D. plantivaga</i>		0.13	0.05	0.06	<1.0	5.0
<i>E. rauschenensis</i>		0.10	0.08	0.06	<1.0	4.2
<i>E. oblongus</i>	1.75	0.03		0.59	7.5	24.2
<i>E. acromios</i>	0.03			0.01	<1.0	0.8
<i>M. brevipes</i>	0.05	0.28	0.95	0.43	5.5	23.3
<i>O. nova</i>	0.05			0.02	<1.0	1.7
<i>T. velatus</i>	0.03	0.05	0.15	0.08	1.0	5.8
<i>T. trimaculatus</i>	3.65	5.23	3.83	4.24	54.2	83.3
<i>Z. exilis</i>	5.28	0.08	0.05	1.80	23.0	30.0
Razem - Total	11.80	6.11	5.52	7.82		

#### 4. DYSKUSJA

Zanieczyszczenia emitowane przez Zakłady Azotowe Włocławek spowodowały szereg niekorzystnych zmian w pobliskich lasach [1]. Znaczna część drzewostanu sosnowego w najbliższej okolicy zakładu obumarała, a pozostałe zostały silnie zniszczone. Zanieczyszczenia emitowane z tego źródła ograniczyły występowanie porostów epifitycznych na drzewach [8, 15] i krzewach [3], a stymulowały rozwój glonów. Na strzałach sosny, gdzie kora i epifity były najsilniej skażone związkami azotu [8], stwierdzono wyraźny spadek liczebności Oribatida, liczby ich gatunków oraz zmiany w ich strukturze dominacji. Podobnie reagowały mechowce na pniach starszych drzew [2, 15], jak i na pędach głównych krzewów [3]. Pod wpływem zanieczyszczeń pochodzących z ZAW doszło również do zmian jakościowych i ilościowych Oribatida żyjących w glebie [10, 11, 16, 17].

*Carabodes labyrinthicus* reagował na emitowane zanieczyszczenia z ZAW spadkiem liczebności. Liczniejsze występowanie tego gatunku jest związane z obecnością porostów [18]. Na powierzchni 2 stwierdzono znacznie większy udział porostów w porównaniu z powierzchnią kontrolną [8], a mimo to mechowiec ten wystąpił liczniej na tej ostatniej powierzchni, co może świadczyć o jego znacznej wrażliwości na skażenie środowiska. Podobne wyniki uzyskano na pniach starszych drzew [2] i pędach głównych krzewów [3]. Na dębach przy berlińskiej autostradzie *C. labyrinthicus* był wrażliwy na zwiększone zanieczyszczenie powietrza tlenkami azotu [13]. Ponadto był on również wrażliwy na zanieczyszczenia emitowane z zakładów emitujących w znacznej ilości

związki siarki [5], pył cementowy i CaO [6], związki fluoru i fosfor [7] oraz metale ciężkie [4]. Wrażliwy na większe stężenia zanieczyszczeń był *Micreremus brevipes*, który w okolicy ZAW na powierzchni I osiągnął mniejsze zagęszczenie w porównaniu z pozostałymi powierzchniami. Wrażliwość tego gatunku wykazano wcześniej na zanieczyszczenia emitowane przez hutę miedzi [4], cementownię [6] oraz zakłady fosforowe [7]. Z pozostałych gatunków na szczególną uwagę zasługuje *Trichoribates trimaculatus*, który najobficiej występował w pobliżu ZAW na strzałach sosny, pniach brzoź [2] oraz pędach głównych jałowca [3]. Stwierdzono również znaczną tolerancję tego gatunku na zanieczyszczenia emitowane przez zakłady produkujące kwas siarkowy [5], nawozy fosforowe [7] i cement [6].

## 5. WNIOSKI

1. W pobliżu Zakładów Azotowych Włocławek odnotowano mniejszą różnorodność gatunkową Oribatida w porównaniu z powierzchniami oddalonymi od tego źródła zanieczyszczeń.
2. Wrażliwy na zanieczyszczenia emitowane przez Zakłady Azotowe Włocławek był *Carabodes labyrinthicus*, a tolerował je *Trichoribates trimaculatus*.

## LITERATURA

- [1] Cieśla W., 1988: Przemiany w środowisku przyrodniczym okolic Włocławka na przykładzie terenów przyległych do Zakładów Azotowych (ZAW). Mat. Konf. Nauk., Włocławek, 1-13.
- [2] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych "Włocławek", II. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 83-97.
- [3] Dąbrowski J., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) epifitocenozy dolnego piętra boru świeżego, w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych "Włocławek", III. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 24, 99-110.
- [4] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska I (w druku).
- [5] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego "Polchem". Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27, 127-137.
- [6] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska I (w druku).
- [7] Dąbrowski J., Seniczak S., 1996: Mechowce (Acari, Oribatida) nadrzewne młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Chemicznych „Luboń”. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 28, 77-85.

- [8] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Paczuska B., Romiński M., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 28, 87-100.
- [9] Górny M., Grüm L., 1981: Metody stosowane w zoologii gleby. PWN, Warszawa, 397-408.
- [10] Klimek A., Seniczak S., 1994: Akarofauna (Acari) glebowa boru świeżego w płatach z runem mszystym i bez runa w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, II. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 25, 133-145.
- [11] Klimek A., Seniczak S., 1994: Akarofauna (Acari) glebowa boru świeżego w płatach z runem mszystym i bez runa w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek, III. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 25, 147-160.
- [12] Odum E.P., 1982: Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa, 175-200.
- [13] Porzner A., Weigmann G., 1992: Die Hornmilbenfauna (Acari, Oribatida) an Eichenstämmen in einem Gradienten von Autoabgas-Immissionen. Zool. Beitr. N.F. 34, 2, 249-260.
- [14] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. Rozprawy UMK, Toruń, 41-57.
- [15] Seniczak S., Dąbrowski J., 1993: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). I. Zool. Beitr. N.F. 35, 1, 3-17.
- [16] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1994: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). II.: litter/soil fauna. Zool. Beitr. N.F. 35, 2, 199-216.
- [17] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1994: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). III.: moss/soil fauna. Zool. Beitr. N.F. 36, 1, 11-28.
- [18] Travé J., 1963: Écologie et biologie des Oribates (Acarines) saxicoles et arboricoles. Vie et Milieu, Paris, Suppl. 14, 1- 267.

**THE ARBOREAL ORIBATID MITES (ACARI, ORIBATIDA)  
OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS IN THE REGION POLLUTED  
BY POLLUTED BY A NITROGEN FERTILIZER FACTORY AT WŁOCLAWEK**

Summary

The arboreal oribatid mites (Acari, Oribatida) of young Scots pine forests in the region polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek, and in a control plot, were investigated. Near to the source of pollution, the Shannon  $H$  for oribatid mites was lower than in the control plot. The air pollution reduced the density of *Carabodes labyrinthicus*, while *Trichoribates trimaculatus* tolerated this pollution.





## ROZTOCZE (ACARI) GLEBOWE MŁODNIKÓW SOSNOWYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ KOMBINATU CEMENTOWO-WAPIENNICZEGO „KUJAWY” W BIELAWACH

Andrzej Klimek<sup>1</sup>, Stanisław Seniczak<sup>1</sup>, Jacek Długosz<sup>2</sup>, Bogumiła Cieścińska<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

<sup>2</sup> Katedra Gleboznawstwa, Wydział Rolniczy ATR  
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

<sup>3</sup> Katedra Chemicznych Podstaw Rolnictwa, Wydział Rolniczy ATR  
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

*Synopsis.* Badano akarofaunę glebową młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”. W pobliżu emitora zanieczyszczeń stwierdzono spadek zagęszczenia roztoczy, a na powierzchni średnio skażonej nastąpił wzrost liczebności w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Szczególnie wrażliwe na imisje związków wapnia okazały się Oribatida i Gamasida, a dobrze rozwijały się w tych warunkach Tarsonemida.

### I. WSTĘP I CEL PRACY

Otoczenie zakładów wapienniczych i cementowni pokryte jest przeważnie białymi pyłami, które osadzają się m.in. na liściach roślin i powodują obniżenie wydajności fotosyntezy [17]. Większość pyłów dostaje się jednak do gleb powodując ich alkalizację. Stopień alkalizacji gleb zależy nie tylko od wielkości i składu emitowanych zanieczyszczeń, ale również od pierwotnego odczynu gleb oraz ich zdolności buforowych [22]. Imisje przemysłu cementowo-wapienniczego, neutralizując kwasowość gleb borów sosnowych i zwiększając ich aktywność biologiczną, mogą przejściowo poprawić warunki troficzne, co prowadzi do zmiany składu florystycznego runa leśnego [21]. Ogólnie jednak w dużych dawkach oddziałują one negatywnie na środowisko, a zwłaszcza na bory sosnowe, których gleby z natury są kwaśne.

W glebach młodników sosnowych żyje liczna akarofauna, która spełnia m.in. ważne funkcje w procesach glebotwórczych, a ponadto może być dobrym bioindykatorem zmian zachodzących w obrębie tych ekosystemów [7]. Wykazano, że roztocze glebowe wyraźnie zareagowały na imisje zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek [16, 26, 27], Huty Miedzi Głogów [10] oraz Poznańskich Zakładów Chemicznych w Lubiniu [25].

Celem tej pracy była analiza liczebności i składu grupowego roztoczy w glebach młodników sosnowych w zasięgu oddziaływania emisji zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach.

## 2. MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano w pierwszych dekadach maja i października 1991 i 1992 r. na 4 powierzchniach doświadczalnych usytuowanych w różnej odległości od KCW „Kujawy”. Powierzchnie 1, 2 i 3 były odległe od największego źródła zanieczyszczeń - Cementowni „Kujawy” - odpowiednio o 0,2; 1,7 i 7,5 km. Powierzchnia kontrolna leżała 17,5 km od emitora zanieczyszczeń. Opis badanych powierzchni przedstawiono wcześniej [6].

Powierzchnie porastały około dwudziestoletnie młodniki sosnowe na siedlisku boru świeżego. Próby gleby pobrano z każdej powierzchni w 10 powtórzeniach z 4 warstw gleby: Ol, Of/h, AEes' i AEes". Glebę zbadano do głębokości 20 cm.

Roztocze wyplaszano w zmodyfikowanych aparatach Tullgrena przez 7 dób; konserwowano w 70% alkoholu etylowym, a następnie preparowano i oznaczano. Przedmiotem analizy było 37589 roztoczy.

Odczyn (pH) gleb oznaczono metodą potencjometryczną w  $H_2O$  [15]. W celu oznaczenia Ca ogólnego materiał glebowy poddano mineralizacji na mokro w mieszaninie stężonego kwasu siarkowego i 30% roztworu wody utlenionej. Wapń oznaczono metodą ASA przy użyciu aparatu PU 9100 X firmy Philips [18]. Istotność różnic pomiędzy średnimi liczebnościami grup roztoczy na badanych powierzchniach obliczano testem  $d$  [19].

## 3. WYNIKI

### 3.1. Analiza glebowa

Gleby badanych powierzchni zaliczono do typu gleb rdzawych i podtypu bieli-cowo-rdzawych. Poziom organiczny (O) o średniej miąższości 5 cm składa się z podpoziomu surowinowego (Ol - 3 cm) i butwinowo-epihumusowego (Of/h - 2 cm). Pod warstwą próchnicy nadkładowej występuje poziom mineralny przejściowy AEes (0-15 cm) o teksturze piasku słabo gliniastego. Niżej stwierdzono poziom rdzawienia Bv (15-32 cm) o teksturze piasku luźnego barwy rdzawej. Utwór macierzysty C (32-150 cm) to drobnoziarnisty piasek luźny. Badane gleby wytworzyły się z piasków luźnych pochodzenia fluwiogłacjalnego.

Na powierzchniach kontrolnej i 3 pH podpoziomów organicznych i poziomu mineralnego waha się od 3,88 do 4,57 (tab.1). Gleby wymienionych powierzchni zaliczyć można do gleb bardzo silnie kwaśnych i silnie kwaśnych [22], co jest typowe dla siedlisk borowych [20]. Na powierzchniach leżących bliżej KCW „Kujawy” pH gleby jest znacznie wyższe, a na powierzchni 1 w podpoziomie Of/h wynosi nawet 7,54. Tak silna alkalizacja gleb w tym rejonie spowodowana jest niewątpliwie emisją zanieczyszczeń KCW „Kujawy”. Szczególnie silną koncentrację wapnia zanotowano w pobliżu emitora zanieczyszczeń w wierzchniej warstwie gleby (Ol).

Tabela 1. Zawartość wapnia ogólnego (w mg/100g) oraz pH (w H<sub>2</sub>O) w glebach młodników sosnowych w okolicach Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 1. Concentration of calcium in soil horizons (in mg/100g) and pH in young Scots pine forests in the region of the „Kujawy” cement and lime factory

Poziom Horizon	Powierzchnie - Plots							
	1		2		3		kontrolna control	
	pH	Ca	pH	Ca	pH	Ca	pH	Ca
Ol	6,54	5 648	6,36	3 735	4,57	468	4,47	368
Of/h	7,54	3 878	6,53	2 712	3,86	98	4,01	70
AEes	7,31	2 317	6,89	1 118	3,88	3	3,93	1

### 3.2. Analiza liczebności roztoczy

W glebach badanych młodników sosnowych okolic KCW „Kujawy” liczebność roztoczy wahała się od 67,28 do 228,92 tys. osobn./1m<sup>2</sup> (tab.2).

Tabela 2. Liczebność roztoczy glebowych (w tys. osobn./1 m<sup>2</sup>) w młodnikach sosnowych w okolicach Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”Table 2. The abundance of soil mites (mean value in thousand indiv./1 m<sup>2</sup>) in young Scots pine forests in the region of the „Kujawy” cement and lime factory

Grupa roztoczy Group of mites	Powierzchnie - Plots				
	1	2	3	kontrolna - control	
Acaridida	0,39	1,06	0,42	0,18	
Actinedida	25,29	95,18	27,32	35,64	
Gamasida	2,85	9,38	10,13	8,38	
Oribatida	dorosle - adult	20,59	68,05	38,03	53,96
	młodociane - juvenile	11,15	50,45	30,39	43,27
	razem - total	31,74	118,50	68,42	97,23
Tarsonemida	7,02	4,80	2,36	1,05	
Acari	67,28	228,92	108,65	142,48	

Na wszystkich powierzchniach najliczniejszą grupą roztoczy były saprofagiczne Oribatida, które stanowiły od 47 do 68% wszystkich roztoczy. Jest interesujące, że wraz ze wzrostem odległości od emitora zanieczyszczeń i spadkiem pH gleby, udział mechowców wyraźnie wzrastał. Roztocze te najliczniej wystąpiły na powierzchni 2, a wyjątkowo mało liczne były na powierzchni 1, gdzie ich zagęszczenie stanowiło mniej niż 1/3 stanu z powierzchni kontrolnej. Także na stosunkowo oddalonej od KCW „Kujawy” powierzchni 3 mechowce były mniej liczne niż na powierzchni kontrolnej.

Zbliżony do omówionego układ zagęszczenia na badanych powierzchniach prezentowały Actinedida. Zagęszczenie tych stosunkowo licznych roztoczy oscylowało w granicach 25,29-95,18 tys. osobn./1 m<sup>2</sup>, jednak różnice pomiędzy średnią liczebnością na powierzchniach 1 i 3 a na powierzchni kontrolnej nie były istotne statystycznie (tab.3).

Na powierzchni 2 stwierdzono natomiast statystycznie istotny wzrost liczebności Actinedida i Acaridida w porównaniu z powierzchnią kontrolną, co może świadczyć o stymulującym wpływie umiarkowanych imisji na te roztocze.

Z kolei drapieżne Gamasida na powierzchniach 2, 3 i kontrolnej wykazały wyrównane zagęszczenie, a na silnie skażonej powierzchni 1 były nieliczne, podobnie jak Oribatida (tab.2). Inaczej na zanieczyszczenia KCW „Kujawy” zareagowały Tarsonemida. Roztocze te wyraźnie zwiększały liczebność w miarę zbliżania się do źródła imisji, co potwierdzono statystycznie.

Omówione rzędy roztoczy, reagując w sposób zróżnicowany na imisje przemysłu cementowo-wapienniczego, ukształtowały liczebność roztoczy jako grupy w badanym transekcie powierzchni. Pajęczaki te były nieliczne w bezpośrednim otoczeniu Cementowni „Kujawy”, gdzie w glebie stwierdzono wyjątkowo wysoką akumulację Ca, natomiast wystąpiły liczniej na leżącej nieco dalej od emitora zanieczyszczeń powierzchni 2 niż na powierzchni kontrolnej. Różnice pomiędzy średnią liczebnością roztoczy na powierzchniach 1 i 2 a powierzchni kontrolnej były istotne statystycznie (tab.3).

Tabela 3. Wartość  $d$  obliczona dla liczebności roztoczy pomiędzy badanymi powierzchniami w okolicach Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”

Table 3. The  $d$  value calculated the abundance of mites between investigated plots in young Scots pine forests in the region of the „Kujawy” cement and lime factory

Grupa roztoczy Group of mites	Powierzchnie - Plots						
	1-0	2-0	3-0	1-2	1-3	2-3	
Acaridida	1,300	2,433*	1,371	1,752	0,156	1,133	
Actinedida	0,895	2,316*	0,750	2,867**	0,269	2,809**	
Gamasida	3,918***	0,559	1,012	4,878***	5,757***	0,451	
Oribatida	dorosl adult	5,665***	1,190	2,033*	4,394***	2,833**	2,507*
	młodociane juvenile	7,674***	0,859	1,628	5,234***	2,750**	1,992*
	razem total	7,408***	1,156	2,226*	5,192***	3,534***	2,609**
Tarsonemida	2,751**	3,345***	3,064**	0,914	2,120*	2,075*	
Acari	4,469***	2,060*	1,661	4,047***	2,618**	2,894**	

\*  $p = 0,05$ ; \*\*  $p = 0,01$ ; \*\*\*  $p = 0,001$

### 3.3. Pionowe rozmieszczenie roztoczy w glebie

Na badanym terenie 88,7% wszystkich roztoczy żyło w warstwie próchnicy nadkładowej. Pajęczaki te preferowały podpoziom butwinowo-cpihumusowy, gdzie były 1,9-2,8-krotnie liczniejsze niż w wyżej położonym podpoziemiu surowinowym (tab.4). Proporcje ilościowe mechowców w kolejnych warstwach gleby (Ol, Of/h, AEes', AEes'') na powierzchni kontrolnej wynosiły odpowiednio 1 : 2,2 : 0,1 : 0,03. Na najsilniej skażonej powierzchni 1 stosunek ilościowy tych roztoczy w podpoziomach Ol i Of/h był wyraźnie szerszy (1 : 4,3) w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Przedstawiony układ pionowego rozmieszczenia Oribatida wskazuje na silne ograniczenie liczebności tych roztoczy, zwłaszcza w podpoziemiu surowinowym, gdzie akumulacja związków wapnia była najwyższa.

Imisje KCW „Kujawy” spowodowały duży spadek zagęszczenia również u Gamasida szczególnie w podpoziomie Ol na powierzchni 1, ale także na powierzchni 2. Acaridida, Actinedida i Tarsonemida preferowały przeważnie podpoziom Of/h.

Tabela 4. Pionowe rozmieszczenie roztoczy w glebie w okolicach Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy”. Zagęszczenie osobników w 100 cm<sup>3</sup> gleby

Table 4. Vertical distribution of mites in soil in young Scots pine forests in the region of the „Kujawy” cement and lime factory. Density of mites in 100 cm<sup>3</sup> is given

Grupa roztoczy Group of mites	Poziom Horizon	Powierzchnie - Plots			
		1	2	3	kontrolna control
Acaridida	Ol	0,5	0,4	0,2	0,2
	Of/h	0,1	1,1	1,3	0,4
	AEes'	-	0,9	-	-
	AEes''	0,3	0,1	0,2	0,1
Actinedida	Ol	22,5	30,4	32,8	17,9
	Of/h	38,5	118,7	70,2	87,9
	AEes'	10,5	60,0	3,0	3,1
	AEes''	3,9	22,6	1,5	13,6
Gamasida	Ol	0,1	1,7	10,6	7,9
	Of/h	6,6	15,8	30,7	20,0
	AEes'	1,5	5,9	1,0	2,1
	AEes''	0,6	1,7	0,1	0,6
Oribatida	Ol	21,5	104,2	103,2	121,2
	Of/h	91,7	238,5	165,7	262,4
	AEes'	6,9	42,6	2,8	6,9
	AEes''	2,2	9,3	2,5	3,5
Tarsonemida	Ol	9,9	1,6	1,2	1,2
	Of/h	16,6	10,7	8,9	1,6
	AEes'	0,8	2,7	0,3	0,3
	AEes''	0,2	0,3	0,1	0,3
Acari	Ol	54,4	138,2	147,9	148,4
	Of/h	153,4	384,7	276,7	372,2
	AEes'	19,6	112,0	6,9	12,3
	AEes''	7,0	33,9	4,2	18,0

#### 4. DYSKUSJA

Białe pyły powstałe w procesach produkcyjnych Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” są głównym czynnikiem skażenia środowiska przyrodniczego okolic Barcina. Pyły te osadzają się na roślinach tworząc w odpowiednich warunkach wilgotnościowych skorupę. Takie bezpośrednie oddziaływanie imisji może powodować uszkodzenie roślin i zmniejsza ich odporność na choroby [5, 12]. Imisje KCW „Kujawy”

wpływają również na fitocenozy przez zmianę warunków glebowych. W najbliższym otoczeniu emitora zanieczyszczeń w glebach badanych młodników sosnowych stwierdzono wysoką zawartość Ca oraz znaczne podwyższenie pH. Widocznym efektem tych zmian jest bogactwo roślin zielnych i zmniejszenie się pokrycia warstwy mszystej, a także pojawienie się m.in. gatunków znamiennych dla siedlisk zasobnych w węglan wapnia [6].

Alkalinizacja gleb na leżącej najbliższej emitora zanieczyszczeń powierzchni I spowodowała spadek zagęszczenia roztoczy do około 1/2 stanu z powierzchni kontrolnej. Tak duży spadek zagęszczenia tych pajęczaków w pobliżu KCW „Kujawy” może być związany ze zmianami w środowisku glebowym. W tym przypadku silne podwyższenie pH gleby może prowadzić do pogorszenia się warunków troficznych dla roztoczy, a szczególnie dla Oribatida, które liczne są w glebach kwaśnych [24]. W wielu pracach [8, 9, 23, 29] wyraża się pogląd, że zmiany liczebności stawonogów glebowych związane z alkalinizacją gleb mogą wynikać ze zmian w mikroflorze grzybowej. Największy ubytek mechowców w zgrupowaniu Acari stwierdzono w bezpośrednim otoczeniu emitora zanieczyszczeń, w którym stanowiły one zaledwie 47% tego zgrupowania. Zwykle ich udział w zgrupowaniu roztoczy w glebach leśnych, a szczególnie w kwaśnych glebach borów sosnowych, jest wyższy [10, 11, 16, 27].

W przypadku Oribatida na powierzchni I stwierdzono spadek zagęszczenia do 1/3 stanu z powierzchni kontrolnej. Na najsilniej skażonej powierzchni I nieliczne były również drapieżne Gamasida. Spadek zagęszczenia tych roztoczy można wiązać z mniej liczny występowaniem ich potencjalnych ofiar, głównie młodocianych Oribatida, których liczebność na powierzchni I spadła w większym stopniu niż form dorosłych. Wydaje się, że przyczyną spadku liczebności niektórych roztoczy, oprócz zmian w środowisku glebowym, może być również bezpośrednie oddziaływanie pyłów cementowych na organizmy. Pyły te łączą się w odpowiednich warunkach wilgotnościowych z cząsteczkami wody, tworząc żrący wodorotlenek wapnia [12], który może powodować uszkodzenie tkanek. Teoretycznie najsilniejsze oddziaływanie pyłów cementowych bezpośrednio na organizmy powinno mieć miejsce w wierzchniej warstwie gleby. Pewnym potwierdzeniem tej hipotezy może być wyjątkowo silny spadek zagęszczenia Oribatida i tylko sporadyczne występowanie Gamasida w powierzchniowym podpoziomiu surowinowym na powierzchni I. Spadek zagęszczenia pod presją imisji pyłów zawierających 20% CaO stwierdzono również w glebach borów sosnowych u nicieni [3] oraz pod wpływem wapnowania u wazonkowców [2] i skoczogonków [13].

Na nieco oddalonej od emitora zanieczyszczeń powierzchni 2, gdzie akumulacja wapnia w glebie była o 1/3 niższa niż na powierzchni 1, stwierdzono wzrost liczebności roztoczy w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Stymulujące oddziaływanie średnich imisji było wyraźnie widoczne w przypadku Actinedida i Acaridida. Saprofagiczne Oribatida na tej powierzchni wykazały również pewną tendencję do wzrostu liczebności i były liczniejsze niż na powierzchni kontrolnej, jednak różnice te nie były istotne statystycznie. Podobną do opisaną reakcję roztoczy na zanieczyszczenia przemysłowe obserwowano w borach znajdujących się pod wpływem imisji pochodzących z Zakładów Azotowych Włocławek [16, 26, 27] oraz Huty Miedzi Głogów [10]. W wymienionych rejonach umiarkowane imisje związków azotu i metali ciężkich powodowały wzrost liczebności roztoczy, a szczególnie Oribatida.

Jest interesujące, że różne imisje przemysłowe spowodowały zbliżoną reakcję roztoczy glebowych na poziomie grupy. Obserwowana w okolicach KCW „Kujawy” imisja związków wapnia spowodowała w najbliższym otoczeniu emitora zanieczyszczeń ogra-

niczenie liczebności roztoczy glebowych, natomiast nieco dalej od emitora, gdzie imisje były wyraźnie mniejsze, wzrost liczebności w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Wynik ten jest generalnie zbieżny z wcześniejszymi badaniami przeprowadzonymi w transektach powierzchni w rejonach oddziaływania imisji o innym składzie chemicznym [10, 16, 26, 27] oraz z danymi z literatury [4, 14].

## 5. WNIOSKI

1. Pyły emitowane przez Kombinat Cementowo-Wapienniczy „Kujawy” spowodowały alkalizację gleb badanych młodników sosnowych, szczególnie w pobliżu emitora zanieczyszczeń.
2. W pobliżu KCW „Kujawy” stwierdzono duży spadek zagęszczenia roztoczy glebowych, a na powierzchni o średniej dawce zanieczyszczeń nastąpił wzrost zagęszczenia tych pajęczaków w porównaniu z powierzchnią kontrolną.
3. Szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia KCW „Kujawy” były saprofagiczne Oribatida i drapieżne Gamasida, które na leżącej najbliżej Kombinatu powierzchni 1 wykazały spadek liczebności do około 1/3 stanu z powierzchni kontrolnej.
4. Największe ograniczenie zagęszczenia Oribatida i Gamasida stwierdzono w podpoziomie surowinowym gleby, gdzie miała miejsce duża koncentracja wapnia.
5. Pozytywnie na imisje zanieczyszczeń KCW „Kujawy” zareagowały Tarsonemida, które zwiększały liczebność w miarę zbliżania się do emitora zanieczyszczeń.

## LITERATURA

- [1] Alberti G., Kratzmann M., Błaszak C., Szeptycki A., 1989: Reaktion von Microarthropoden auf Waldkalkungen. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent., 7, 119-122.
- [2] Bååth E., Berg B., Lohm U., Lundgren B., Lundkvist H., Rosswall T., Söderström B., Wiren A., 1980: Effects of experimental acidification and liming on soil organisms and decomposition in a Scots pine forest. Pedobiologia, 20, 85-100.
- [3] Bassus W., 1968: Über Wirkungen von Industrieexhalaten auf den Nematodenbesatz im Boden von Kiefernwäldern. Pedobiologia 8, 3, 289-295.
- [4] Bengtsson G., Rundgren S. 1984: Ground-living invertebrates in metal-polluted forest soils. Ambio, 13, 29-33.
- [5] Czaja A.T., 1962: Über das Problem der Zementstaubwirkung auf Pflanzen. Staub. 22, 228-232.
- [6] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Hermann J., Lipnicki L., 1996: Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Kombinatu Cementowo-Wapienniczego „Kujawy” w Bielawach. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Ochrona Środowiska I (w druku).
- [7] Ehrnsberger R., 1993: Bodenzoologie und Agrarökosysteme. Inf. Natursch. Landschaftspfl., 6, 11-41.
- [8] Franz H., 1968: Der Einfluß von Düngemitteln auf die Bodenlebewelt. [W]: Linser H.: Handbuch Pflanzenernährung und Düngung, Band 2, 1715-1730.
- [9] Franz H., Loub W., 1959: Bodenbiologische Untersuchungen an Walddüngungsversuchen. Cbl. ges. Forstwesen, 76, 129-162.

- [10] Gackowski G., Seniczak S., Klimek A., Zalewski W., 1996: Akarofauna (Acari) glebowa młodników sosnowych zanieczyszczonych imisjami Huty Miedzi Głogów I. Analiza liczebności roztoczy. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Ochrona Środowiska 1 (w druku).
- [11] Górny M., 1975: Zoekologia gleb leśnych. PWRiL, Warszawa.
- [12] Greszta J., 1987: Wpływ przemysłowego zanieczyszczenia na lasy. SGGW-AR, Warszawa.
- [13] Hågvar S., 1984: Effects of liming and artificial acid rain on Collembola and Protura in coniferous forest. *Pedobiologia*, 27, 341-354.
- [14] Hågvar S., Abrahamsen G., 1990: Microarthropods and Enchytraeidae (Oligochaeta) in naturally lead-contaminated soils: a gradient study. *Environm. Entomol.*, 19, 1263-1277.
- [15] Kac-Kacas M., 1967: Badania nad potencjalną kwasowością gleby. *Pam. Puł., Sup.*, 24, 24-74.
- [16] Klimek A., Seniczak S., 1993: Akarofauna (Acari) glebowa boru świeżego z runem mszystym i bez runa w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. I. Zesz. Nauk. ATR, Zootechnika 24, 125-135.
- [17] Maier R., Altgayer M., Punz W., 1979: Dasserhaushalt und Produktivität staubbelasteter Pflanzen in der Umgebung einer Zementfabrik in Kärnten. *Carinthia II*, 169, 167-193.
- [18] Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog Instytutu Ochrony Roślin.
- [19] Parker R.E., 1978: Wprowadzenie do statystyki dla biologów. PWN, Warszawa.
- [20] Pokojska U., 1979: Wpływ odczynu na pojemność sorpcyjną próchnic leśnych typu mor. *Mat. Symp. PTG*, Warszawa, 219-224.
- [21] Prusinkiewicz Z., Pokojska U., 1989: Wpływ imisji przemysłowych na gleby. [W]: Białobok S. i in.: *Życie drzew w skażonym środowisku*. PWN, 223-244.
- [22] Puchalski T., Prusinkiewicz Z., 1990: Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa.
- [23] Ritter T., Weber G., Kottke I., Oberwinkler F., 1989: Zur Mykorrhizaentwicklung von Fichten und Tannen in geschädigten Beständen. *Biologie in unserer Zeit* 19, 9-15.
- [24] Seniczak S., 1978: Stadia młodociane mechowców (Acari, Oribatei) jako istotny składnik zgrupowań tych roztoczy przetwarzających glebową substancję organiczną. *Rozprawy UMK*, Toruń, 1-171.
- [25] Seniczak S., Dąbrowski J., Klimek A., Kaczmarek S., 1995: The arboreal and soil mites (Acari) associated with young Scots pine forests polluted by a chemical factory „Luboń” near Poznań. *Materiały zjazdowe PTEkol.*, Lublin.
- [26] Seniczak S., Kaczmarek S., Klimek A., 1994: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). III.: moss/soil fauna. *Zool. Beitr. N.F.* 36, (1), 11-28.
- [27] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S., 1989: Akarofauna glebowa (Acari) wybranych płatów boru świeżego w rejonie oddziaływania emisji zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Zootechnika* 18, 117-131.



- [28] Seniczak S., Klimek A., Kaczmarek S. 1994: The mites (Acari) of an old Scots pine forest polluted by a nitrogen fertilizer factory at Włocławek (Poland). II.: litter/soil fauna. Zool. Beitr. N.F.35, (2), 199-216.
- [29] Stumpp J., Bernhard M., Funke W., Höfer H., Jans W., Lehle E., Roth-Holzappel M., Schmitt G., Vogel J., Wanner M., 1986: Bodentiere in Fichtenforsten - sensitive Indikatoren tiefgreifender Veränderungen in Waldökosystemen. Verh. Dtsch. Zool. Ges., 79, 403.

**THE SOIL MITES (ACARI) OF YOUNG SCOTS PINE FORESTS,  
IN THE REGION POLLUTED BY A CEMENT AND LIME FACTORY  
„KUJAWY” AT BIELAWY**

Summary

The soil mites (Acari) of young Scots pine forests, in the region polluted by a cement and lime factory „Kujawy” at Bielawy. and in a control plot, were investigated. The polluted plots were situated 0,2 km (plot 1), 1,7 km (plot 2) and 7,5 km (plot 3) from the pollution source, and the control plot was 17,5 km from this source. Samples were taken from 3 polluted plots, and the control plot, in spring and autumn of 1991 and 1992. In each sampling period, 10 samples of 17 cm<sup>2</sup> x 20 cm deep were taken each plot, and they were further divided into 4 vertical soil horizons: O1, Of/h, Aees” and Aees”. The thickness of these horizons was approximately 3 cm, 2 cm, 12 cm and 3 cm, respectively.

The concentrations of calcium in soil increased towards the pollution source. The alkaline pollution increased the soil pH, especially in plots 1 and 2, situated near to the pollution source. In highly polluted plot 1, the density of mites was distinctly lower, while in medium polluted plot it was higher than in the control plot. The reduction of density concerned mainly Oribatida and Gamasida mites; in highly polluted plot their density was reduced to about 1/3 of that in the control plot. The Tarsonemida tolerated alkaline pollution, and their density increased in the direction of the pollution source. The Oribatida and Gamasida occupied mainly the O1 horizon, where the concentration of calcium was the highest.



**AKAROFAUNA (ACARI) GLEBOWA STREFY EKOTONOWEJ,  
POMIĘDZY ZADRZEWIENIEM ŚRÓDPOLNYM A ŁĄKĄ,  
W KRAJOBRAZIE ROLNICZYM OKOLIC TURWI**

Stanisław Seniczak<sup>1</sup>, Sławomir Kaczmarek<sup>2</sup>, Halina Ratyńska<sup>2</sup>, Anna Seniczak<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

<sup>2</sup> Katedra Biologii i Ochrony Środowiska, WSP  
ul. Chodkiewicza 51, 85-667 Bydgoszcz

*Synopsis:* Zbadano akarofaunę glebową strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym z roślinnością łągową a łąką, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Roztocze występowały najliczniej w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką, mniej liczne były w zadrzewieniu śródpolnym, a mało liczne były na okraju i łące. Wśród roztoczy dominowały zwykle drapieżne Gamasida, a drugie były saprofagiczne Oribatida. Najwięcej taksonów Oribatida stwierdzono na brzegu zadrzewienia śródpolnego, natomiast najwięcej gatunków Gamasida żyło w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką.

## 1. WSTĘP

Roztocze zasiedlające zadrzewienia śródpolne są liczniejsze i bogatsze w gatunki od tych, jakie żyją w agroekosystemach [6-8]. W strefie styku tych ekosystemów, zwłaszcza w biotopach leżących pod okapem drzew, powstają specyficzne mikrośrodowiska stwarzające roztoczom korzystne warunki rozwoju. Wzajemne przenikanie się zgrupowań tych pajęczaków z graniczących ekosystemów prowadzi do nagromadzenia się osobników, a przede wszystkim gatunków, zgodnie z poglądem Oduma [1]. Interesujące jest to, że w transektach powierzchni pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawami jęczmienia, rzepaku i lucerny, roztocze osiągały największą liczebność i zróżnicowanie gatunkowe w strefie brzeżnej zadrzewienia.

W niniejszej pracy zostanie przedstawiona akarofauna strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym z roślinnością łągową a łąką, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi.

## 2. TEREN BADAŃ

Zróżnicowanie florystyczne strefy ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a łąką przedstawiają zdjęcia fitosocjologiczne wykonane w pasie o szerokości 8 m i długości 42 m, usytuowanym w linii prostopadłej do granicy tych ekosystemów (tab.1). Znalazły się w nim dwa zespoły roślinne o charakterze zadrzewienia, okrajek, strefa przejściowa oraz zespół roślinności łąkowej.

Tabela 1. Charakterystyka florystyczna strefy ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a łąką, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Table 1. The floristic characterization of the ecotone between spinney and meadow, in the agricultural landscape near Turew

Nr zdjęcia - no. of relevc		1	2	3	4	5	6
		1	2	3	4	5	6
Zwarcie warstwy drzew		70	30	-	-	-	-
Density of trees	a %						
Zwarcie warstwy krzewów	b %	70	80	-	-	-	-
Density of shrub layer							
Pokrycie roślin zielnych	c %	90	95	100	100	100	100
Cover of herb layer							
Liczba gatunków		19	16	8	10	12	13
Number of species							
Zbiorowisko roślinne		F-U	P-C	G-V	prz	łąka - meadow	
Plant association							
<b>Ch. Quercio-Fagetea</b>							
<i>Fraxinus excelsior</i>	a	1.1	.	.	.	.	.
<i>Festuca gigantea</i>		+	.	.	.	.	.
<i>Dactylis aschersoniana</i>		+	+	.	.	.	.
<i>Adoxa moschatellina</i>		1.1	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus ficaria</i>		3.3	3.3	2.1	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	c	.	r	.	.	.	.
<b>Ch. Artemisietea</b>							
<i>Geranium robertianum</i>		+	.	.	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i>		+	.	.	.	.	.
<i>Geum urbanum</i>		+	.	.	.	.	.
<i>Alliaria petiolata</i>		2.2	2.1	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>		3.3	4.4	5.5	2.1	+	+
<i>Cirsium arvense</i>		.	+	2.1	.	.	.
<i>Chaerophyllum temulum</i>		.	+	.	.	.	.
<b>Ch. Stellarietea mediae</b>							
<i>Veronica hederifolia</i>		2.3	2.3	2.3	.	.	.
<i>Stellaria media</i>		1.1	+	2.1	2.3	2.1	1.1
<i>Descurainia sophia</i>		.	.	r	.	.	.
<i>Lamium purpureum</i>		.	.	.	+	.	.
<i>Geranium pusillum</i>		.	.	.	1.1	+	.
<i>Sisymbrium officinale</i>		.	.	.	+	.	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		.	.	.	2.2	2.1	1.1
<i>Agropyron repens</i>		.	.	.	2.3	4.4	4.4
<b>Ch. Rhamno-Prunetea</b>							
<i>Crataegus monogyna</i>	b	4.4	4.3	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	c	+	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	b	1.1	2.1	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	c	+	.	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	c	+	+	+	.	.	.
<i>Euonymus europaea</i>	c	+	+	.	.	.	.
<b>Ch. Molmio-Arrhenatheretea</b>							
<i>Poa trivialis</i>		1.1	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i>		1.1	+	+	2.1	2.1	2.1
<i>Poa pratensis</i>		.	.	.	3.2	2.1	2.2
<i>Alopecurus pratensis</i>		.	.	.	1.1	+	2.1
<i>Trifolium repens</i>		.	.	.	.	1.1	+
<i>Trifolium pratense</i>		.	.	.	.	+	.
<i>Dactylis glomerata</i>		.	.	.	.	.	+
<i>Achillea millefolium</i>		.	.	.	.	.	+

Tabela 1 cd.

Table 1 continued

	1	2	3	4	5	6	7
Gatunki towarzyszące - others							
<i>Populus cinerea</i>	a	4.1	3.1	.	.	.	.
<i>Plantago pauciflora</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Plantago maior</i>	.	.	.	.	.	+	r
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	r
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	.	r

Objaśnienia - explanations:

F-U - *Ficario-Ulmetum campestris*, P-C - *Pruno-Crataegetum*, G-V - *Galio-Veronicetum*,

prz. - zbiorowisko przejściowe - intermediate plant association

Zadrzewienie śródpolne (zdjęcie 1) ma niewielką szerokość i stanowi zdegradowaną postać łągi wiązowo-jesionowego (*Ficario-Ulmetum campestris*). Mimo tego skład gatunkowy tego zespołu jest stosunkowo bogaty (19 gatunków roślin naczyniowych) i nie odbiega zasadniczo od typowych fitocenoz łągowych. Zdjęcie 2 prezentuje płat zadrzewienia z topolą (*Populus cinerea*), której obwód maksymalny wynosi 260 cm, a obwód średni - 130 cm. Pod okapem drzew dominuje głóg (*Crataegus monogyna* Jacq.). Duży udział w runie mają gatunki leśne z klasy *Querc-Fagetea*. Łącznie zanotowano w nim 16 gatunków roślin naczyniowych.

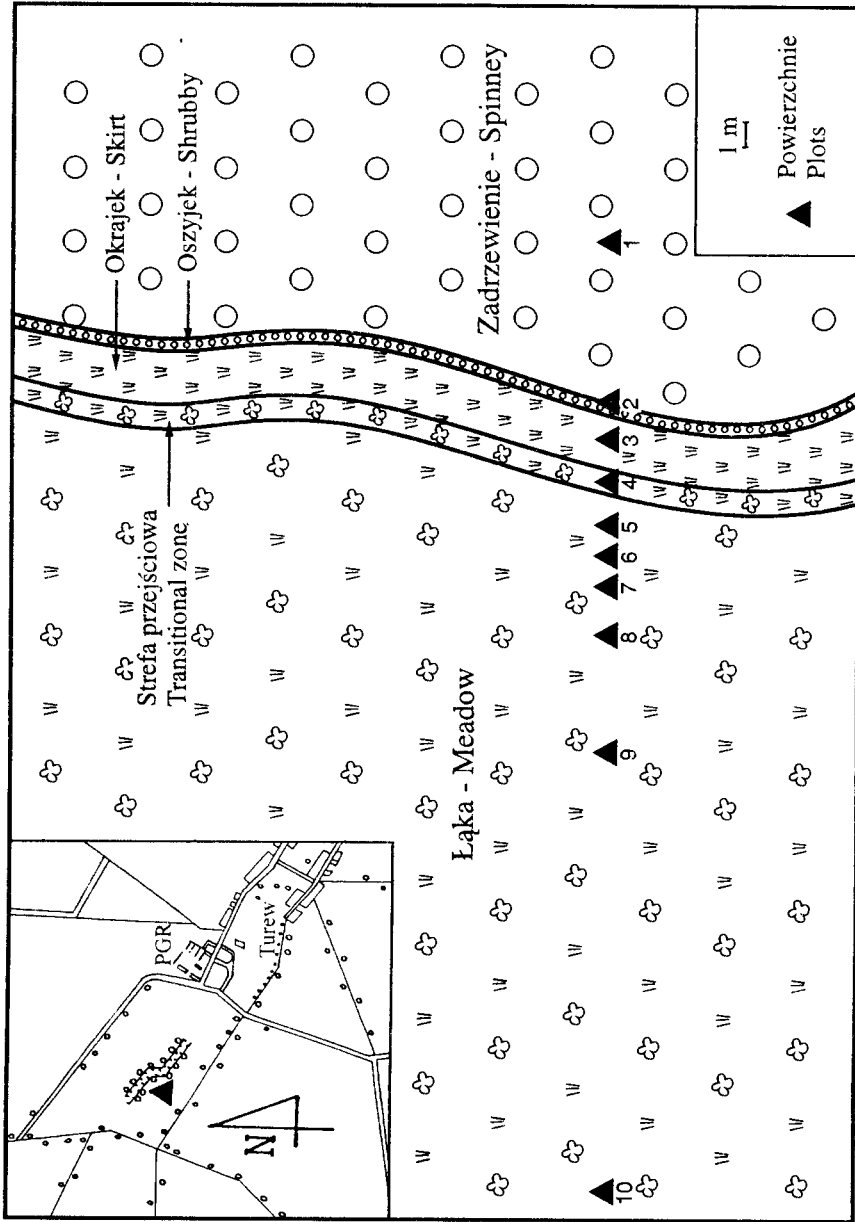
Strefę okrajkową (zdjęcie 3) zdominowały rośliny jednoroczne (zespół roślinny *Galio-Veronicetum hederifoliae*), rozwijające się bujnie w okresie wiosennym. Stwierdzono w niej 8 gatunków roślin naczyniowych.

Między okrajkiem a łąką wyróżniono strefę przejściową (zdjęcie 4), w której wystąpiło 10 gatunków roślin naczyniowych. Fitocenoza łąki (zdjęcie 5 i 6) została zdominowana przez perz właściwy (*Agropyron repens* (L.)). Poza gatunkami łąkowymi, stwierdzono tu taksony polne z klasy *Stellarietea mediae*, pojawiające się na skutek okresowego przeorywania. Łącznie stwierdzono 13 gatunków roślin naczyniowych.

### 3. MATERIAŁ I METODY

Do badań wybrano 10 powierzchni usytuowanych wzdłuż linii prostopadłej do granicy pomiędzy łągiem wiązowo-jesionowym a łąką (rys.1). Powierzchnie te były usytuowane następująco: w pasie zadrzewienia odległym 2 m od brzegu (powierzchnia 1), na brzegu zadrzewienia (powierzchnia 2), w okrajku (powierzchnia 3), w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką (powierzchnia 4) oraz w strefach łąki oddalonych o 1 m, 2 m, 3 m, 5 m, 10 m i 30 m od brzegu zadrzewienia (powierzchnie 5-10).

Próby o objętości 100 cm<sup>3</sup> pobrano wiosną i jesienią w 1993 r., każdorazowo w 10 powtórzeniach. W zadrzewieniu śródpolnym i pod okapem drzew wyróżniono warstwę ściółki oraz dwa sztucznie przyjęte mineralne podpoziomy glebowe (0-5 cm i 6-10 cm), natomiast na łące próby pobrano tylko z mineralnych podpoziomów glebowych. Roztocze wyplaszano w aparatach Tullgrena. Do gatunku lub rodzaju oznaczono wszystkie Oribatida i Gamasida, natomiast pozostałe roztocze zakwalifikowano do rzędu. Udział taksonów w próbach scharakteryzowano wskaźnikami abundancji (A), dominacji (D) i stałości występowania (C). Przedmiotem analizy było ponad 3 tys. roztoczy, w tym 0,5 tys. Oribatida i 1,3 tys. Gamasida.



Rys. 1. Szkic sytuacji badanych powierzchni w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym i łąką w krajobrazie rolniczym okolic Turwi  
 Fig. 1. The site sketch of situated plots in the ecotone between spinney and meadow in the agricultural landscape near Turów

## 4. WYNIKI

## 4.1. Analiza liczebności roztoczy

Roztocze wystąpiły najliczniej w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką (tab.2), mniej było ich w zadrzewieniu śródpolnym, natomiast na okrajku i na łące pajęczaki te osiągnęły małą liczebność.

Tabela 2. Liczebność roztoczy w transekcie stanowisk pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a łąką, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Table 2. The abundance of mites in the plot transect between spinney and meadow, in the agricultural landscape near Turwew

Powierzchnia Plot	Grupa roztoczy Group of mites				Acari	Liczba gatunków Number of species	
	Oribatida	Gamasida	Acaridida	Inne		Oribatida	Gamasida
1	3,66	5,23	3,59	0,29	12,77	12	16
2	5,51	2,87	4,56	0,53	13,47	17	14
3	0,98	2,26	0,68	0,18	4,10	12	19
4	2,71	9,72	7,22	1,15	20,80	12	26
5	0,08	3,83	0,41	0,08	4,40	2	15
6	0,15	0,67	0,39		1,21	3	5
7	0,24	2,73	1,28	0,05	4,30	4	15
8	0,11	1,02	7,12	0,11	8,36	2	9
9	0,15	0,92	1,15	0,10	2,32	5	10
10	0,09	1,60	0,13		1,82	3	13

W transekcie badanych powierzchni dominowały najczęściej drapieżne Gamasida, z wyjątkiem strefy brzeżnej zadrzewienia, gdzie liczniejsze były saprofagiczne Oribatida. Inne roztocze wystąpiły nielicznie.

## 4.2. Skład gatunkowy i struktura dominacji Oribatida

Najwięcej taksonów Oribatida stwierdzono w strefie brzeżnej zadrzewienia (tab.2), a nieco mniej ich było w pasie zadrzewienia odległym 2 m od brzegu, na okrajku oraz w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką. Łąkę zasiedlało wyraźnie mniej gatunków tych roztoczy.

W zadrzewieniu śródpolnym w zgrupowaniu Oribatida dominował *Chamobates schuetzi* i stosunkowo licznie wystąpił *Tectocepheus velatus* (tab.3). Okrajek i strefę przejściową pomiędzy okrajkiem a łąką zdominował *Eupelops occultus*, i stosunkowo liczne były tam *Liebstadia similis* i *Tectocepheus velatus*. Na łące Oribatida występowały nielicznie (tab.4-5). Gatunki występujące liczniej cechowały również wysokie wartości wskaźnika stałości występowania.

Tabela 3. Wskaźniki abundancji (A) w tys. osobn./1 m<sup>2</sup>, dominacji (D) i stałości występowania (C) Oribatida i Gamasida w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a łąką w krajobrazie rolniczym okolic Turwi

Table 3. The abundance (A) in thousand indiv/1 m<sup>2</sup>, dominance (D) and constancy (C) indices of Oribatida and Gamasida in the ecotone zone between spinney and meadow, in the agricultural landscape near Turwe

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnie - Plots											
	1			2			3			4		
	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C
<i>Atropacarus striolatus</i> (C. L. Koch)	0.04	1.1	3									
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)	1.88	51.4	33	2.28	41.4	33	0.09	9.2	10	0.03	1.1	3
<i>Ch. cuspidatus</i> (Michael)	0.33	9.0	3	0.49	8.9	5						
<i>Damaeus</i> sp	0.04	1.1	3	0.29	5.3	10	0.05	5.1	8	0.02	0.7	3
<i>Eupelops occultus</i> (C. L. Koch)	0.08	2.2	5				0.43	43.9	23	0.91	33.6	40
<i>Galumna lanceata</i> Oudemans				0.04	0.7	3	0.03	3.1	5			
<i>Galumna</i> sp				0.17	3.1	5						
<i>Hemioithrus paolianus</i> Berlese				0.04	0.7	3						
<i>Liacarus coracinus</i> (C. L. Koch)	0.08	2.2	5	0.12	2.2	8						
<i>Liebstadia similis</i> (Michael)							0.05	5.1	8	0.66	24.4	28
<i>Metabelba pulvirentia</i> (C. L. Koch)				0.08	1.5	3	0.03	3.1	5	0.02	0.7	3
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael)							0.03	3.0	3			
<i>Oppiella ornata</i> (Oudemans)	0.12	3.3	8	0.16	2.9	10	0.08	8.2	10	0.11	4.1	8
<i>Oribatiella</i> sp	0.37	10.1	18	0.25	4.5	13	0.05	5.1	8	0.05	1.8	5
<i>Peloribates pilosus</i> Hammer										0.03	1.1	3
<i>Pergalumna nervosa</i> (Berlese)							0.02	2.0	3			
<i>Puncatoribates punctum</i> (C. L. Koch)	0.12	3.3	5	0.08	1.5	5	0.03	3.0	3	0.06	2.2	5
<i>Rhyssotritia duplicata</i> (Grandjean)	0.03	0.8	3	0.12	2.2	8						
<i>Scheleoribates laevigatus</i> (C. L. Koch)				0.08	1.4	5				0.16	5.9	18
<i>S. pallidulus</i> (C. L. Koch)				0.04	0.7	3						
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	0.53	14.5	15	1.11	20.1	40	0.09	9.2	13	0.64	23.6	30
<i>Trichoribates novus</i> (Sellnick)				0.04	0.7	3				0.02	0.8	3
<i>T. trimaculatus</i> (C. L. Koch)												
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Hermann)	0.04	1.0	3	0.12	2.2	5						



Tabela 3 cd.

Table 3 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Alliphis siculus</i> (Oudemans)	1.92	36.7	33	1.14	39.7	35	0.68	30.1	18	1.46	15.0	43	
<i>Amblyseius margnatus</i> (Wainstein)	0.08	1.5	3	0.25	8.7	15	0.02	0.9	3	0.06	0.6	5	
<i>Ameroseius corbicula</i> (Sowbery)	0.37	7.1	10	0.33	11.5	18	0.37	16.4	23	4.00	41.2	33	
<i>Arctoseius cetratus</i> (Selinick)	0.12	2.3	8	0.11	3.8	8	0.20	8.8	18	0.05	0.5	3	
<i>Dendrolaelaps latior</i> (Leitner)	0.16	3.1	5	0.11	3.8	8	0.03	1.3	3	0.09	0.9	13	
<i>D. rectus</i> Karg							0.06	2.7	8	0.09	0.9	10	
<i>Epicriopsis horridus</i> (Kramer)	0.04	0.8	3										
<i>Holostaspella exornata</i> Filip et Pegaz				0.04	1.4	3							
<i>Hypoaspis aculeifer</i> (C. anestrini)	0.12	2.3	10				0.03	1.3	3	0.02	0.3	3	
<i>H. cuneifer</i> (Michael)	0.04	0.8	3							0.03	0.3	5	
<i>H. praesternalis</i> Willmann	0.33	6.3	10	0.17	5.9	8	0.11	4.9	10	0.40	4.1	23	
<i>Lasioseius youcefi</i> Athias-Henriot	0.04	0.8	3	0.04	1.4	3				0.25	2.6	23	
<i>Leiioseius bicolor</i> (Berlese)							0.03	1.3	3				
<i>Macrocheles glaber</i> (Mueller)							0.07	3.1	8	0.09	0.9	13	
<i>Nentaria breviunguiculata</i> (Willmann)										0.02	0.2	3	
<i>Pachylaelaps furcifer</i> Oudemans							0.08	3.6	8	0.35	3.6	18	
<i>Parasitus eta</i> Oud. et Voigts	0.33	6.3	13	0.04	1.4	3							
<i>P. kraepelini</i> (Berlese)										0.04	0.4	5	
<i>Parasitus</i> sp.										0.03	0.3	5	
<i>Pergamasus crassipes</i> (L.)	0.04	0.7	3							0.06	0.6	8	
<i>P. misellus</i> Berlese	0.04	0.7	3	0.04	1.4	3	0.08	3.5	10	0.08	0.8	8	
<i>P. quisquiliarum</i> (G. et Can.)	0.04	0.7	3										
<i>P. runciger</i> Berlese	1.39	26.6	30	0.19	6.6	10	0.09	4.0	10	0.75	7.7	38	
<i>P. septentrionalis</i> (Oudemans)							0.03	1.3	3	0.05	0.5	3	
<i>P. suecicus</i> (Trägårdh)				0.04	1.4	3							
<i>Pergamasus</i> sp.										0.06	0.6	3	
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i> (Mueller)	0.17	3.3	10	0.04	1.4	3	0.22	9.7	18	1.43	14.7	33	
<i>Rhodacarus coronatus</i> Berlese										0.02	0.3	3	
<i>Trichouropoda ovalis</i> (C.L.Koch)										0.02	0.3	3	
<i>Uropoda minima</i> Kramer							0.02	0.9	3				
<i>U. orbicularis</i> (Mueller)							0.03	1.3	3	0.08	0.8	10	
<i>U. gaiga cerva</i> (Kramer)										0.03	0.3	3	
<i>U. nemorensis</i> (C.L.Koch)				0.20	7.0	8	0.03	1.3	3				
<i>Zercon pellatus</i> C.L.Koch				0.24	8.4	15							

Tabela 4. Wskaźniki abundancji (A) w tys. osobn./1 m<sup>2</sup>, dominacji (D) i stałości występowania (C) Oribatida i Gamasida w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a łąką w krajobrazie rolniczym okolic Turwi  
 Table 4. The abundance (A) in thousand indiv./m<sup>2</sup>, dominance (D) and constancy (C) indices of Oribatida and Gamasida in the ecotone zone between spinney and meadow, in the agricultural landscape near Turwé

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnie - Plots											
	5			6			7					
	A	D	C	A	D	C	A	D	C			
<i>Atropocarus striculus</i> (C.L.Koch)							0.03					
<i>Liebstadia similis</i> (Michael)				0.05	33.3	5						
<i>Oppiella ornata</i> (Oudemans)	0.03	37.5	3	0.05	33.3	5	0.13	54.2				
<i>Puncatoribates punctum</i> (C.L.Koch)				0.05	33.4	5	0.05	20.8				
<i>Tectocephetus velatus</i> (Michael)	0.05	62.5	5				0.03	12.5				
<i>Alliphis scitulus</i> (Oudemans)	2.50	65.3	40	0.49	73.1	28	1.46	53.5				
<i>Ameroseius corbicula</i> (Sowerby)	0.10	2.6	5				0.10	3.7				
<i>Arctoseius cetratus</i> (Sellnick)	0.10	2.6	10				0.03	1.1				
<i>Dendrolaelaps rectus</i> Karg	0.13	3.4	8	0.03	4.4	3	0.41	15.0				
<i>Dendrolaelaps</i> sp.							0.03	1.1				
<i>Hypoaspis praesternalis</i> Willmann	0.41	10.7	23	0.05	7.5	5	0.03	1.1				
<i>Lasioseius youcefi</i> Athias-Henriot	0.03	0.8	3				0.03	1.1				
<i>Macrocheles glaber</i> (Muller)	0.03	0.8	3	0.05	7.5	5	0.03	1.1				
<i>Nentaria brevinguiculata</i> (Willmann)	0.03	0.8	3				0.31	11.4				
<i>Parasitus eta</i> Oud. et Voigts	0.13	3.4	8				0.03	1.1				
<i>Parasitus</i> sp.	0.05	1.3	5									
<i>Pergamasus crassipes</i> (L.)	0.03	0.8	3				0.10	3.7				
<i>P. misellus</i> Berlese							0.03	1.1				
<i>P. runciger</i> Berlese							0.03	1.1				
<i>P. septentrionalis</i> (Oudemans)	0.05	1.3	5									
<i>P. suecicus</i> (Trägårdh)	0.03	0.7	3				0.08	2.9				
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i> (Muller)	0.18	4.7	13				0.03	1.1				
<i>Lropoda orbicularis</i> (Muller)	0.03	0.8	3	0.05	7.5	5	0.03	1.1				
<i>Veigata nemorensis</i> (C.L.Koch)							0.03	1.0				

Tabela 5. Wskaźniki abundancji (A) w tys. osobn./1 m<sup>2</sup>, dominacji (D) i stałości występowania (C) Oribatida i Gamasida w strefie ekotonowej pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a łąką w krajobrazie rolniczym okolic TurwiTable 5. The abundance (A) in thousand indiv./1 m<sup>2</sup>, dominance (D) and constancy (C) indices of Oribatida and Gamasida in the ecotone zone between spinney and meadow, in the agricultural landscape near Turwé

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnie - Plots														
	8					9					10				
	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C
<i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans)				0.03	20.0	3									
<i>Eupelops occultus</i> (C.L.Koch)				0.03	20.0	3				0.03	33.3	3			
<i>Heminothrus peltifer</i> (C.L.Koch)				0.03	20.0	3									
<i>Oppiella ornata</i> (Oudemans)	0.08	72.7	5	0.03	20.0	3				0.03	33.3	3			
<i>Suctobelba</i> sp.	0.03	27.3	3												
<i>Tectocephetus velatus</i> (Michael)				0.03	20.0	3				0.03	33.4	3			
<i>Alliphis stictus</i> (Oudemans)	0.45	44.1	23	0.31	33.7	20				0.97	60.6	23			
<i>Amblyseius obtusus</i> (C.L.Koch)										0.03	1.9	3			
<i>Ameroseius corbicula</i> (Sowerby)	0.05	4.9	3							0.03	1.9	3			
<i>Arctoseius tetraus</i> (Sellnick)										0.03	1.9	3			
<i>Dendrolaelaps latior</i> (Leitner)	0.10	9.8	3												
<i>D. rectus</i> Karg	0.08	7.8	5	0.25	27.2	15				0.08	5.0	5			
<i>Hypoaspis aculeifer</i> (Canestrini)	0.08	7.8	5							0.03	1.9	3			
<i>Lastoseius youcefi</i> Athias-Henriot	0.03	3.0	3												
<i>Macrocheles glaber</i> (Muller)	0.05	5.0	5							0.08	5.0	8			
<i>Pachyseius humeralis</i> Berlese				0.03	3.2	3									
<i>Parasitus eta</i> Oud. et Voigts				0.03	3.2	3				0.03	3.2	3			
<i>Pergamasus crassipes</i> (L.)				0.03	3.3	3				0.18	11.3	10			
<i>P. misellus</i> Berlese										0.05	3.1	3			
<i>P. runciiger</i> Berlese	0.08	7.8	8	0.10	10.9	8				0.03	1.9	3			
<i>P. septentrionalis</i> (Oudemans)				0.08	8.7	3				0.03	1.9	3			
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i> (Muller)										0.03	1.9	3			
<i>Trichouropoda ovalis</i> (C.L.Koch)										0.03	1.8	3			
<i>Uropoda minima</i> Kramer				0.03	3.3	3									
<i>U. orbicularis</i> (Muller)	0.10	9.8	10	0.03	3.3	3				0.03	1.8	3			

#### 4.3. Skład gatunkowy i struktura dominacji Gamasida

Najwięcej gatunków z tej grupy stwierdzono w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką (tab.2), a stosunkowo dużo gatunków zasiedlało pozostałe powierzchnie, z wyjątkiem partii łąki oddalonych o 2 i 5 m od brzegu.

W badanym transekcie dominował *Alliphis siculus*, z wyjątkiem strefy przejściowej, gdzie liczniej wystąpił *Ameroseius corbicola* (tab.3-5). Z innych gatunków stosunkowo liczne były *Pergamasus runciger* (środek zadrzewienia) i *Proctolaelaps pygmaeus* (strefa przejściowa).

### 5. DYSKUSJA

Płat zadrzewienia śródpolnego z roślinnością łągową różni się od płatów badanych wcześniej [6-8] większą żyznością gleby, o czym świadczy stosunkowo duża liczba gatunków roślin naczyniowych. Żyzność gleby ma swoje odbicie w akarofaunie glebowej, w której drapieżne Gamasida przeważają liczebnie nad saprofagicznymi Oribatida. Na siedlisku łągowym wytwarza się próchnica typu mull, w której opad roślinny rozkłada się szybko, a próchnica nadkładowa nie występuje [3]. Saprofagiczne Oribatida nie znajdują tu więc korzystnych warunków rozwoju. Przy małej liczebności Oribatida drapieżniki z grupy Gamasida eksploatują prawdopodobnie inne grupy edafonu, między innymi niczenie [2].

W transekcie badanych powierzchni roztocze osiągnęły niewielką liczebność. Największe zagęszczenie tych pajęczaków zanotowano w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką, gdzie żyło również najwięcej taksonów Gamasida. Taksony Oribatida preferowały brzeżną część zadrzewienia śródpolnego zdominowaną przez głąg.

Gamasida penetrowały łąkę w większym stopniu niż Oribatida, najprawdopodobniej na skutek większej ruchliwości w pogoni za ofiarami. Dla przykładu strefę łąki oddaloną o 3 m od brzegu zasiedlało aż 15 gatunków Gamasida i tylko 4 gatunki Oribatida, a w strefie oddalonej 30 m od brzegu stwierdzono 13 gatunków Gamasida i tylko 3 gatunki Oribatida.

Na uwagę zasługuje struktura dominacji saprofagicznych Oribatida w badanym płacie zadrzewienia śródpolnego. W typowych siedliskach łągowych z próchnicą typu mull liczba gatunków tych roztoczy jest duża, a rozpiętość wskaźników ich dominacji jest stosunkowo mała [5], co jest zgodne z biocenotycznymi zasadami Thienemanna [11]. Badany płat zadrzewienia, dość urozmaicony pod względem florystycznym, był jednak zasiedlony przez małą liczbę gatunków Oribatida, z bardzo wysokim udziałem *Chamobates schuetzi*. Powodem tego stanu rzeczy może być antropogeniczny charakter zadrzewienia śródpolnego i znaczna presja człowieka na środowisko [10].

Na okrajkach i w strefie przejściowej opanowanej przez terofity liczne były 2 gatunki łąkowe *Eupelops occultus* i *Liebstadia similis* [4]. Na zaperzonej łące Oribatida wystąpiły nielicznie. Wśród Gamasida w omawianym transekcie dominował najczęściej *Alliphis siculus*, zanotowany wcześniej w agroekosystemach [6-8, 12].

Analiza faunistyczno-ekologiczna stref ekotonowych pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a agroekosystemami [6-8], poza wnioskami synekologicznymi, wzbogaca wiedzę na temat ekologii poszczególnych gatunków roztoczy. Przykładowo *Oppiella ornata* uznawana jest za gatunek leśny [4], osiągający dużą stałość występowania również na łąkach [9]. W okolicach Turwi opanowała ona licznie zadrzewienie śródpolne z dominującą robinią akacyjową, a znaczny wskaźnik dominacji uzyskała w oszyjku, okrajkach i brzo-

dzie usytuowanych pod okapem drzew oraz w uprawie jęczmienia, rzepaku i lucerny [6-8]. Wymieniony gatunek preferował strefę brzeżną zadrzewienia.

W strefie brzeżnej zadrzewienia licznie występowała również *Liebstadia similis*, najprawdopodobniej na skutek większego udziału traw w runie. Jest to bowiem gatunek łąkowy [4], osiągający wysoki wskaźnik dominacji w zadarnionych biotopach położonych pod okapem drzew. Najdogodniejsze warunki rozwojowe gatunek ten znalazł jednak w bruzdzie oddzielającej okrajek od uprawy lucerny; w tym biotopie udział stadiów młodocianych w populacji był największy.

Typowe ksylofagi (*Atropacarus striculus*, *Phthiracarus borealis*, *Xenillus tegeocranus*) były obecne tylko w zadrzewieniu, natomiast eurytopowy gatunek *Tectocephus velatus* zasiedlał większość badanych biotopów. Z grupy Gamasida na uwagę zasługują *Zercon peltatus*, preferujący zadrzewienie śródpolne oraz *Alliphis siculus*, dominujący na polach uprawnych.

Większość gatunków osiągnęła niewielką liczebność. Obecność gatunków w rozmaitych biotopach i ich pozycja w strukturze dominacji informuje niewątpliwie o zakresie ich tolerancji na zmieniające się warunki ekologiczne pod wpływem działalności człowieka.

## 6. WNIOSKI

1. Roztocze występowały najliczniej w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką, mniej ich było w zadrzewieniu śródpolnym, natomiast w okrajku i na łące wystąpiły mało licznie.
2. Wśród roztoczy dominowały zwykle drapieżne Gamasida, a drugie były saprofagiczne Oribatida.
3. Najwięcej taksonów Oribatida stwierdzono na brzegu zadrzewienia śródpolnego, natomiast najwięcej gatunków Gamasida żyło w strefie przejściowej pomiędzy okrajkiem a łąką.
4. W strefie ekotonowej liczba gatunków Oribatida i Gamasida była większa niż w sąsiadujących ekosystemach.

## LITERATURA

- [1] Odum E.P., 1982: Podstawy ekologii. PWN, Warszawa.
- [2] Karg W., 1971: Acari (Acarina), Milben Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes) die freilebenden Gamasina (Gamasides) Raubmilben. In: Die Tierwelt Deutschland. VEB G. Fischer Verlag Jena, 59: 7-475.
- [3] Puchalski T., Prusinkiewicz Z., 1975: Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa.
- [4] Rajski A., 1968: Autecological-zoogeographical analysis of moss mites (Acari, Oribatei) on the basis of fauna in the Poznań environs. Part II. Fragm. Faun., Warszawa, 14: 277-405.
- [5] Seniczak S., 1968: Fauna roztoczy (Acari) podstawowych typów próchnic leśnych mull, moder i mor. Prace Kom. Nauk. PTG, Warszawa, V/37: 143-152.
- [6] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1996: Akarofauna (Acari) glebowa w strefie ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą jęcz-

- mienia, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27: 139-151.
- [7] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1996: Akarofauna (Acari) glebowa w strefie ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą rzepaku, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 27: 153-166.
- [8] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1996: Akarofauna (Acari) glebowa w strefie ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Ochrona Środowiska 1 (w druku).
- [9] Strenzke K., 1952: Untersuchungen über die Tiergemeinschaften des Bodens: Die Oribatiden und ihre Synusien in der Boden Norddeutschlands. Zoologica, Stuttgart, 104: 1-172.
- [10] Szwed W., Ratyńska H., 1991: Vegetation transition and boundaries based on afforestation in the agricultural landscape (Middle-West Poland). Phytocenosis 3 (N.S.), Suppl. Cartographiae Geobotanicae: 311-317.
- [11] Thienemann A., 1939: Grunzuge einer allgemeinen Oekologie. Arch. Hydrobiol., 35: 267-285.
- [12] Trojanowski H., Błaszak C., 1981: Fauna drobnych bezkręgowców lucerny. 1. Acari - roztocze. Prace nauk. IOR, Poznań, 23: 207-229.

**THE SOIL MITES (ACARI) OF THE ECOTONE  
BETWEEN SPINNEY AND MEADOW,  
IN THE AGRICULTURAL LANDSCAPE NEAR TUREW**

Summary

The soil mites of the ecotone between spinney and meadow, in the agricultural landscape near Turew were investigated. The mites achieved the highest density in the intermediate zone between terophyte zone and meadow, less density in the spinney, and low density in the therophyte zone and meadow. The Gamasida predominated among mites, and the second most abundant were Oribatida. The most oribatid species lived at the border of spinney, whereas the most gamasid species were found in the intermediate zone between the terophyte zone and meadow. The ecotone was inhabited by more oribatid and gamasid species than the centers of the adjoining ecosystems.

## WYSTĘPOWANIE GAMASIDA (ACARI) GLEBOWYCH W MŁODNIKACH SOSNOWYCH W ZASIĘGU ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ HUTY MIEDZI GŁOGÓW

Sławomir Kaczmarek<sup>X</sup>, Stanisław Seniczak

<sup>X</sup>Katedra Biologii i Ochrony Środowiska, Wyższa Szkoła Pedagogiczna  
ul. Chodkiewicza 51, 85-667 Bydgoszcz  
Katedra Ekologii, Wydział Zootechniczny ATR  
ul. ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

*Synopsis.* Zbadano liczebność i strukturę dominacji glebowych gatunków Gamasida w młodnikach sosnowych zanieczyszczonych emisjami Huty Miedzi Głogów i na powierzchni kontrolnej. Duże stężenie metali ciężkich w glebie ograniczyło wyraźnie liczebność i liczbę gatunków Gamasida, natomiast małe i średnie stężenia tych metali stymulowały zróżnicowanie gatunkowe tych roztoczy. Wyróżniono gatunki wrażliwe na metale ciężkie (*Zercon zelawaiensis*), tolerujące te metale (*Pergamasus crassipes*) oraz wrażliwe na duże stężenia metali ciężkich w glebie, lecz tolerujące ich niskie i średnie stężenia (*Zercon triangularis*, *Z. peltatus*, *Pergamasus runciger*, *P. misellus*, *Asca aphidioides* i *Veigaia nemorensis*). W glebach skażonych niskimi i średnimi dawkami metali ciężkich zanotowano zjawisko zastępowstwa gatunkowego w obrębie rodzaju *Zercon*: wrażliwy na emisje *Z. zelawaiensis* był zastępowany głównie przez *Z. triangularis*.

### 1. WSTĘP I CEL BADAŃ

W poprzednich pracach [3, 5] przedstawiono reakcję roztoczy nadrzewnych i glebowych na zanieczyszczenia emitowane przez Hutę Miedzi Głogów. Duże stężenie tych zanieczyszczeń ograniczyło, natomiast małe stężenia stymulowały liczebność roztoczy glebowych, w większym stopniu saprofagicznych Oribatida niż drapieżnych Gamasida. Na powierzchniach silniej skażonych zanotowano wśród Oribatida większy udział superdominantów i eudominantów w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Wyróżniono grupę taksonów wrażliwą na metale ciężkie, grupę tolerujących te zanieczyszczenia oraz grupę wrażliwą na wysokie stężenie metali, lecz tolerujących ich niskie i średnie wartości [4]. We wspomnianych badaniach uzyskano wysoką korelację pomiędzy liczebnością Acari i Oribatida a koncentracją miedzi i ołowiu w próchnicy nadkładowej.

Celem niniejszej pracy było określenie reakcji glebowych gatunków Gamasida w młodnikach sosnowych na zanieczyszczenia emitowane przez Hutę Miedzi Głogów. Badane powierzchnie pokrywają około 20-letnie młodniki sosnowe (zespół roślinny *Leucobryo-Pinetum*), a gleba należy do typu gleb rdzawych i podtypu gleb bielcowo-rdzawych.

Charakterystykę florystyczną i glebową powierzchni doświadczalnych, metodę badań i stopień skażenia tych powierzchni podano wcześniej [3, 5].

## 2. WYNIKI

### 2.1. Analiza gatunkowa Gamasida

Na powierzchniach stwierdzono ogółem 30 gatunków Gamasida, z których 1/5 wystąpiła na wszystkich powierzchniach. Na stanowisku kontrolnym zanotowano 19 taksonów tych roztoczy, natomiast na położonej najbliżej emitora zanieczyszczeń powierzchni 1 wykazano 12 gatunków (tab.1).

Tabela 1. Wskaźniki abundancji (A w tys. osobn./m<sup>2</sup>), dominacji (D) i stałości występowania (C) gatunków Gamasida na powierzchniach zanieczyszczonych emisjami Huty Miedzi Głogów (1-3) oraz na powierzchni kontrolnej (0).

Table 1. The abundance (A in thousand indiv./m<sup>2</sup>), dominance (D) and constancy (C) indices of gamasid species in plots polluted by copper smelting works in Głogów (1-3) and in the control plot (0).

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnia - Plot											
	1			2			3			0		
	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C
<i>Alliphys siculus</i> (Oudemans)										0.02	0.2	1
<i>Amblyseius obtusus</i> (C.L.Koch)	0.08	3.8	2	0.11	1.1	3				0.98	9.9	19
<i>Anthoeseus verrucosus</i> Wainstem				0.02	0.2	1						
<i>Asca aphidivorus</i> (L.)				0.81	8.3	8	0.50	4.2	8	0.12	1.2	4
<i>Dendrolaelaps foveolatus</i> (Leitner)										0.02	0.2	1
<i>Eviplis ostrinus</i> (C.L. Koch)	0.30	14.3	3									
<i>Holoparasitus excipuliger</i> (Berlese)				0.12	1.2	3	0.56	4.7	14			
<i>Hypoaspis aculeifer</i> (Cănestru)	0.11	5.2	2	0.36	3.7	4	0.05	0.4	1	0.39	3.9	4
<i>H. austraca</i> (Sellnick)				0.02	0.2	1						
<i>H. cuneifer</i> (Michael)										0.02	0.2	1
<i>H. praesternalis</i> Willmann				0.35	3.6	9	0.02	0.2	1	0.02	0.2	1
<i>H. vacua</i> (Michael)				0.02	0.2	1						
<i>Leiaseius bicolor</i> (Berlese)				0.05	0.5	1	0.39	3.2	4	0.27	2.7	4
<i>Pachylaelaps furcifer</i> Oudemans										0.02	0.2	1
<i>Parasitus kraepelini</i> (Berlese)	0.03	1.4	1				0.02	0.2	1	0.20	2.0	3
<i>Parazercion radiatus</i> Trägårdh				0.02	0.2	1						
<i>Pergamasus crassipes</i> (L.)	0.48	22.9	10				0.02	0.2	1	0.20	2.0	5
<i>P. mixellus</i> Berlese	0.08	3.8	4	0.23	2.4	3	0.51	4.2	6	0.03	0.3	1
<i>P. rumerger</i> Berlese	0.20	9.5	7	0.59	6.2	13	2.08	17.3	22	1.37	13.9	22
<i>P. tectogynellus</i> Athias-Henriot				0.42	4.3	11						
<i>Pergamasus</i> I	0.05	2.4	1	0.11	1.1	3	0.02	0.2	1	0.08	0.8	1
<i>Prozercon kochi</i> Sellnick				0.11	1.1	4						
<i>Rhodacarellus silesiacus</i> Willmann	0.05	2.4	1				0.05	0.4	1			
<i>Rhodacarus coronatus</i> Berlese	0.59	28.1	4	0.84	8.6	8	0.30	2.5	3	0.05	0.5	1
<i>Trachytes aegrotata</i> (C.L. Koch)							0.05	0.4	1			
<i>Veiigata cervia</i> (Kramer)	0.05	2.4	1	0.05	0.5	2	0.09	0.7	4			
<i>V. nemorensis</i> (C.L. Koch)	0.08	3.8	3	0.26	2.7	7	0.72	6.0	11	0.30	3.0	5
<i>Zercion peltatus</i> C.L. Koch				0.60	6.2	13	3.04	25.3	21	4.09	41.2	21
<i>Z. triangularis</i> C.L. Koch				4.65	47.7	34	3.57	29.7	28	0.11	1.2	2
<i>Z. zelawianensis</i> Sellnick							0.02	0.2	1	1.63	16.4	16
Liczba gatunków - Number of species		12			20			18			19	
H		2.05			1.99			1.95			1.90	
c		0.83			0.66			0.68			0.65	

Na mniej skażonych powierzchniach 2 i 3 żyło odpowiednio 20 i 18 gatunków Gamasida. Wartość wskaźnika Shannona dla tej grupy była na badanych powierzchniach zbli-



zona, a wskaźnik równomierności uzyskał najwyższą wartość na powierzchni 1, położonej najbliższej źródła zanieczyszczeń.

## 2.2. Liczebność i wskaźniki dominacji gatunków

Na powierzchni kontrolnej dominował *Zercon peltatus*, który znalazł się w klasie superdominantów (tab.2). Stosunkowo wysoki wskaźnik dominacji osiągnął tu inny przedstawiciel tego rodzaju - *Z. zelawaiensis*, natomiast *Z. triangularis* wystąpił mało licznie. Większość gatunków Gamasida znalazła się w niskich klasach dominacji. Stosunkowo wysoką stałość występowania uzyskał *Pergamasus runciger*.

Tabela 2. Struktura dominacji gatunków Gamasida w glebie młodników sosnowych zanieczyszczonych przez Hutę Miedzi Głogów (1-3) i na powierzchni kontrolnej (0), sporządzona na podstawie wskaźnika dominacji.

Table 2. The dominance structure of soil gamasid species in young Scots pine forests, in plots polluted by the copper smelting works at Głogów (1-3), and in the control plot (0) prepared on the base of dominance index

Powierzchnia - Plot			
1	2	3	0
Superdominaty			
	<i>Z. triangularis</i> 47.7		<i>Z. peltatus</i> 41.2
Eudominaty			
<i>R. coronatus</i> 28.1		<i>Z. triangularis</i> 29.7	
<i>P. crassipes</i> 22.9		<i>Z. peltatus</i> 25.3	
Dominaty			
<i>E. ostrinus</i> 14.3		<i>P. runciger</i> 17.3	<i>Z. zelawaiensis</i> 16.4
			<i>P. runciger</i> 13.9
Subdominaty			
<i>P. runciger</i> 9.5	<i>R. coronatus</i> 8.6	<i>V. nemorensis</i> 6.0	<i>A. obtusus</i> 9.9
<i>H. aculeifer</i> 5.2	<i>A. aphidioides</i> 8.3		
	<i>P. runciger</i> 6.2		
	<i>Z. peltatus</i> 6.2		
Recedenty			
7 gatunków - species	9 gatunków - species	5 gatunków - species	7 gatunków - species
Subrecedenty			
-	6 gatunków - species	9 gatunków - species	8 gatunków - species

Na skażonych powierzchniach 2 i 3 zanotowano wzrost liczebności *Zercon triangularis*, który reprezentował klasy eudominantów i superdominantów. Na powierzchni 3 gatunek ten wystąpił około 30 krotnie liczniej, a na stanowisku 2 aż ponad 40 krotnie liczniej niż na powierzchni kontrolnej. Zdecydowany wzrost zagęszczenia populacji *Z. triangularis* na mało i średnio skażonych powierzchniach borowych wskazuje na stymulujące oddziaływanie emisji na populacje tych roztoczy. Podobną reakcję liczebności zanotowano

u *Pergamasus runciger*, *P. misellus*, *Asca aphidioides*, *Holoparasitus excipuliger*, *Hypoaspis praesternalis*, *Rhodacarus coronatus* i *Veigaia nemorensis*. Gatunki te były na omawianych powierzchniach liczniejsze niż na powierzchni kontrolnej i na silnie skażonym stanowisku 1.

Odmianą tendencję stwierdzono u *Zercon peltatus*, który reagował negatywnie na zanieczyszczenia przemysłowe. Na mało skażonej powierzchni 3 gatunek ten wystąpił dość licznie i współdominował z *Z. triangularis*, natomiast na położonej bliżej emitora powierzchni 2 uzyskał on małe zagęszczenie i wskaźnik dominacji. Warto zauważyć, że liczebność tego gatunku na stanowisku 2 stanowiła odpowiednio 1/5 i 1/7 stanu z powierzchni 3 i z powierzchni kontrolnej. Jeszcze wyraźniej na zanieczyszczenia zareagował *Z. zelawaiensis*. Gatunek ten uzyskał małe zagęszczenie i wskaźnik dominacji na mało skażonej powierzchni 3, natomiast na średnio zanieczyszczonym stanowisku 2 nie został stwierdzony w ogóle. Wskazywałoby to na większą odporność i możliwości adaptacyjne *Z. peltatus* do zmieniającego się środowiska, w porównaniu z *Z. zelawaiensis*. Na stanowiskach 2 i 3 większość gatunków wystąpiła w niskich klasach dominacji, podobnie jak na powierzchni kontrolnej.

Odmienne ukształtowało się zgrupowanie Gamasida na silnie zanieczyszczonej powierzchni 1. Rodzaj *Zercon* tam nie występował, a klasę eudominantów reprezentowały *Rhodacarus coronatus* i *Pergamasus crassipes*. W klasie dominantów wystąpił *Eviphis ostrinus*, a znaczna część gatunków znalazła się w klasach recedentów i suprecedentów.

### 2.3. Zmienność zgrupowań Gamasida w badanych sezonach

Wiosną na powierzchni kontrolnej dominował *Zercon zelawaiensis*, a jego liczebność jesienią uległa obniżeniu do połowy (tab. 3). Spadek zagęszczenia w sezonie wegetacyjnym zanotowano także u *Pergamasus runciger* i *P. crassipes*. *Zercon triangularis* w całym sezonie był mało liczny, natomiast *Z. peltatus* był jesienią prawie 4 krotnie liczniejszy niż wiosną i zdecydowanie dominował w zgrupowaniach Gamasida. Podobne zmiany liczebności w sezonie wegetacyjnym zanotowano u *Amblyseius obtusus*.

Tabela 3. Wskaźniki abundancji (A w tys. osobn./m<sup>2</sup>), dominacji (D) i stałości występowania (C) wybranych Gamasida na powierzchniach zanieczyszczonych emisjami Huty Miedzi Głogów (1-3) oraz na powierzchni kontrolnej (0) w okresie wiosny (w) i jesieni (j)

Table 3. The abundance (A in thousand indiv./m<sup>2</sup>), dominance (D) and constancy (C) indices of some Gamasida in plots polluted by the copper smelting works in Głogów (1-3) and in the control plot (0) in spring (w) and autumn (j)

Nazwa gatunku - Name of species	Powierzchnia - Plot												
	1			2			3			0			
	A	D	C	A	D	C	A	D	C	A	D	C	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Alliphis siculus</i>	w										0.03	0.4	1
	j										1.69	14.7	29
<i>Amblyseius obtusus</i>	w	0.06	2.3	1							0.27	3.3	9
	j	0.09	5.9	3	0.21	2.9	5						
<i>Anthoseius verrucosus</i>	w				0.03	0.3	1						
	j												
<i>Asca aphidioides</i>	w				1.63	13.4	15	0.03	0.2	1	0.18	2.2	5
	j							0.96	10.1	15	0.06	0.5	3

Tabela 3 cd.

Table 3 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Dendrolaelaps foveolatus</i>	w										0.03	0.3	1
	J												
<i>Eviphis ostrinus</i>	w	0.54	20.9	5									
	J	0.06	3.9	1									
<i>Holoparasitus excipuliger</i>	w				0.24	3.3	6	0.45	3.1	16			
	J								6.9	11			
<i>Hypoaspis aculeifer</i>	w	0.12	4.6	3	0.12	1.0	3				0.33	4.0	4
	J	0.09	5.9	1	0.60	8.3	5	0.09	0.9	1	0.45	3.9	4
<i>H. austriaca</i>	w												
	J				0.03	0.4	1						
<i>H. cuneifer</i>	w										0.03	0.4	1
	J												
<i>H. praesternalis</i>	w				0.51	4.3	11	0.03	0.2	1			
	J				0.18	2.5	8				0.03	0.3	1
<i>H. vacua</i>	w				0.03	0.2	1						
	J												
<i>Leioseus bicolor</i>	w				0.09	0.7	1	0.48	3.3	3	0.06	0.7	4
	J							0.30	3.1	4	0.48	4.2	4
<i>Pachylaelaps furcifer</i>	w												
	J										0.03	0.3	1
<i>Parasitus kraepelini</i>	w	0.06	2.3	1				0.03	0.2	1	0.21	2.5	4
	J										0.18	1.5	1
<i>Parazercon radiatus</i>	w				0.03	0.2	3						
	J												
<i>Pergamasus crassipes</i>	w	0.33	12.7	5				0.03	0.2	1	0.39	4.7	10
	J	0.63	41.2	15									
<i>P. misellus</i>	w				0.24	2.0	4	0.12	0.9	4	0.06	0.7	3
	J	0.15	9.8	8	0.21	2.9	3	0.91	9.5	8			
<i>P. runciger</i>	w	0.39	15.1	14	0.90	7.4	19	3.07	21.3	26	1.93	23.4	29
	J				0.27	3.7	8	1.08	11.3	18	0.81	7.0	15
<i>P. tectegynellus</i>	w				0.54	4.5	13						
	J				0.30	4.1	10						
<i>Pergamasus 1</i>	w	0.09	3.5	1	0.21	1.7	6				0.15	1.8	3
	J							0.03	0.3	1			
<i>Prozercon kochi</i>	w				0.21	1.7	8						
	J												
<i>Rhodacarellus silesiacus</i>	w							0.09	0.6	1			
	J	0.09	5.9	1									
<i>Rhodacarus coronatus</i>	w	0.79	30.5	4	1.15	9.5	11						
	J	0.39	25.5	4	0.54	7.5	6	0.60	6.3	6	0.09	0.8	1
<i>Trachytes aegrota</i>	w							0.09	0.6	1			
	J												
<i>Veigaia cerva</i>	w	0.09	3.5	3	0.06	0.5	3	0.18	1.3	8			
	J				0.03	0.4	1						
<i>V. nemorensis</i>	w	0.12	4.6	5	0.51	4.2	14	0.54	3.8	11	0.60	7.3	10
	J	0.03	1.9	1				0.90	9.5	10			
<i>Zercon peltatus</i>	w				0.42	3.5	8	4.52	31.4	25	1.75	21.2	14
	J				0.79	10.9	19	1.57	16.5	16	6.44	56.0	28
<i>Z. triangularis</i>	w				5.45	44.9	38	4.73	32.9	31	0.12	1.5	1
	J				3.85	53.1	31	2.41	25.3	24	0.09	0.8	3
<i>Z. zelawaniensis</i>	w										2.14	25.9	18
	J							0.03	0.3	1	1.12	9.7	15
Liczba gatunków	w		10			17			14			15	
Number of species	J		8			12			12			13	

Na zanieczyszczonych powierzchniach 2 i 3 wiosną i jesienią dominował *Zercon triangularis*, choć jego liczebność jesienią uległa obniżeniu do połowy w porównaniu z wiosną. Spadek liczebności w sezonie wegetacyjnym stwierdzono także u *Eviphis ostrinus*, *Hypoaspis praesternalis* i *Pergamasus runciger*.

Odmianą reakcje na małe i średnie stężenia zanieczyszczeń stwierdzono u *Zercon peltatus*. Na powierzchni 3 zmniejszył on swoje zagęszczenie jesienią prawie do 1/3, natomiast na stanowisku 2 zwiększył zagęszczenie około 2-krotnie w porównaniu z wiosną. Podobne tendencje zanotowano u *Amblyseius obtusus*, *Asca aphidioides*, *Rhodacarus coronatus*, *Pergamasus misellus* i *Veigaia nemorensis*.

Na silnie skażonej powierzchni 1 wyraźny wzrost zagęszczenia jesienią zanotowano jedynie u *Pergamasus crassipes*. Warto podkreślić, że na powierzchni kontrolnej wymieniony gatunek wystąpił liczniej wiosną niż jesienią.

### 3. DYSKUSJA

Emitowane przez Hutę Miedzi Głogów metale ciężkie gromadzą się głównie w górnych podpoziomach próchnicy nadkładowej borów sosnowych, która jest również atrakcyjnym środowiskiem życia edafonu glebowego. Zasadniczą funkcją edafonu jest rozkład i przetwarzanie glebowej materii organicznej i uwalnianie pierwiastków, potrzebnych do wzrostu i rozwoju roślin. Aktywność edafonu, zwłaszcza licznie występujących roztoczy, ma więc podstawowe znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania ekosystemu leśnego.

W zgrupowaniach roztoczy glebowych istotną rolę odgrywiają drapieżne Gamasida. Przyczyniają się one do utrzymania na odpowiednim poziomie liczebności saprofagów i szybkości obiegu materii w ekosystemie. Drapieżniki te usytuowane są najczęściej w końcowej części łańcucha pokarmowego organizmów przetwarzających materię organiczną, gromadzą więc toksyczne związki, które w większych stężeniach są dla nich letalne. Powoduje to gwałtowne reakcje liczebności Gamasida na zanieczyszczenia i to w stosunkowo krótkim czasie.

W okolicy Głogowa zaobserwowano wzrost stężenia metali ciężkich w glebie, w miarę zbliżania się do źródła emisji. Na powierzchni 3 stężenie tych metali w podpoziomach O1 i Of/h było odpowiednio 2- i 3-krotnie wyższe, a na stanowisku 2 około 6- i 9-krotnie wyższe w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Na położonej najbliższej źródła emisji powierzchni 1 stężenie było aż 15- i 24-krotnie wyższe niż na powierzchni kontrolnej.

Wysokie stężenie metali ciężkich na powierzchni 1 ograniczyło liczebność Gamasida prawie do 1/5 w stosunku do powierzchni kontrolnej. Na tej powierzchni zmniejszyła się również znacząco liczba gatunków Gamasida, co jest zgodne z obserwacjami prowadzonymi nad grupą Oribatida [1, 4]. Bengtson i Rundgen [1] stwierdzili również negatywny wpływ dużego stężenia miedzi i cynku na liczebność i zróżnicowanie gatunkowe ślimaków, kosarzy i pajaków oraz kilku grup owadów w glebie. Według Janssena [6], roztocze gromadzą metale ciężkie; podwyższoną zawartość kadmu stwierdzili oni w ciele *Pergamasus crassipes* i *P. robustus* penetrujących ściółkę boru sosnowego zanieczyszczoną przez hutę cynku w Budel (Holandia).

Mniejsze stężenie zanieczyszczeń nie ograniczyło liczebności Gamasida na powierzchniach 2 i 3, na co wpłynęły liczne populacje niektórych gatunków, tolerujące te zanieczyszczenia. Do nich należał przede wszystkim *Zercon triangularis*, który dominował w zgrupowaniach w ciągu roku, mimo że jego liczebność jesienią była o połowę niższa niż wiosną. Średnie i niskie dawki zanieczyszczeń stymulowały również liczebność *Asca aphidi-*

*dioides*, *Holoparasitus excipuliger*, *Hypoaspis praesternalis*, *Leioseius bicolor*, *Pergamasus misellus*, *P. runciger*, *P. tectegynellus*, *Rhodacarus coronatus* i *Veigaiia nemorensis*. *Zercon peltatus* tolerował stosunkowo duże stężenie zanieczyszczeń na powierzchni 3, natomiast wystąpił w małym zagęszczeniu na bardziej skażonej powierzchni 2.

Na położonej najbliższej emitora powierzchni 1 roztoczy z rodzaju *Zercon* nie zanotowano, a w zgrupowaniu Gamasida współdominowały *Rhodacarus coronatus* i *Pergamasus crassipes*. Gatunki te zajmują jednak odmienne nisze ekologiczne. *Rhodacarus coronatus* żyje w niższych poziomach glebowych [8], co może go w pewnym stopniu chronić przed dużymi stężeniami zanieczyszczeń. Metale ciężkie gromadzone są w górnych podpoziomach glebowych [4], a *Pergamasus crassipes* należy do dużych drapieżników powierzchniowych. Jego stosunkowo wysoka liczebność na powierzchni 1 potwierdza możliwości adaptacyjne tego gatunku do skażonej gleby. Rodzaj *Pergamasus* był również odporny na zanieczyszczenia azotowe [7]. Stwierdzono u niego wzrost zagęszczenia jesienią, mimo że na powierzchni kontrolnej wystąpił liczniej wiosną. Dominacja *P. crassipes* w skażonej glebie, nie spotykana w glebach nieskażonych, świadczyłaby o jego odporności na zanieczyszczenia przemysłowe.

Powierzchnię kontrolną zdominowały roztocze z rodzaju *Zercon*, zwłaszcza *Z. peltatus* i *Z. zelawaiensis*. Gatunki te często występują w płatach borów sosnowych z chrobotkiem reniferowym [2]. Natomiast na stanowiskach 2 i 3 najliczniejszy był *Z. triangularis*, który tolerował małe dawki zanieczyszczeń przemysłowych.

W sezonie wegetacyjnym zanotowano interesujące zmiany liczebności gatunków z rodzaju *Zercon*. Na powierzchni kontrolnej wiosną dominował *Z. zelawaiensis*, a mało liczny był *Z. peltatus*. Jesienią liczebność tego ostatniego gatunku wzrosła 4-krotnie i gatunek ten dominował w zgrupowaniu, natomiast *Z. zelawaiensis* wystąpił mniej licznie. Odmienna dynamika populacji porównywanych gatunków w ciągu roku, będące efektem ich biologii, zmniejsza konkurencje między nimi i umożliwia lepsze wykorzystanie zbieżnych nisz. *Zercon triangularis* w obu sezonach osiągnął niewielką liczebność.

#### 4. WNIOSKI

1. Duże stężenie metali ciężkich w glebie ograniczyło wyraźnie liczebność i liczbę gatunków Gamasida, natomiast małe i średnie stężenia tych metali stymulowały zróżnicowanie gatunkowe tych roztoczy.
2. Pod względem reakcji na metale ciężkie Gamasida można podzielić na następujące grupy:
  - wrażliwe na metale ciężkie (*Zercon zelawaiensis*);
  - tolerujące metale ciężkie (*Pergamasus crassipes* i *Rhodacarus coronatus*);
  - wrażliwe na duże stężenia metali ciężkich w glebie, lecz tolerujące ich niskie i średnie stężenia (*Zercon triangularis*, *Z. peltatus*, *Pergamasus runciger*, *P. misellus*, *Asca aphidioides* i *Veigaiia nemorensis*).
3. W glebach skażonych niskimi i średnimi dawkami metali ciężkich zanotowano zjawisko zastępstwa gatunkowego w obrębie rodzaju *Zercon*; wrażliwy na emisje *Z. zelawaiensis* był zastępowany głównie przez *Z. triangularis*.

#### LITERATURA

- [1] Bengtsson G., Rundgren S., 1984: Ground - living invertebrates in metal-polluted forest soils. *Ambio*. Royal Swedish Academy of Sci., 29: 29-33.

- [2] Błaszak C., 1974: Zerconidae (Acari, Mesostigmata) Polski. Monografie fauny Polski. 3: 5-315.
- [3] Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., 1996: Akarofauna (Acari) epifitocenoz młodników sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Ochrona Środowiska I (w druku).
- [4] Gackowski G., Seniczak S., Klimek A., 1996: Akarofauna (Acari) glebowa młodników sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Analiza zgrupowań Oribatida. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Ochrona Środowiska I (w druku).
- [5] Gackowski G., Seniczak S., Klimek A., Zalewski W., 1996: Akarofauna (Acari) glebowa młodników sosnowych w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń Huty Miedzi Głogów. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Ochrona Środowiska I (w druku).
- [6] Janssen M.P.M., Jooisse E.N.G., van Straalen N.M., 1990: Seasonal variation in concentration of cadmium in litter arthropods from a metal contaminated site. *Pedobiologia*, 34: 257-267.
- [7] Kaczmarek S., Seniczak S., 1994. Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Azotowe Włocławek na zgrupowania Gamasida (Acari) w glebach boru świeżego. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Zootechnika 25: 125-132.
- [8] Karg W., 1971: Acari (Acarina), Milben Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes), die freilebenden Gamasina (Gamasides) Raubmilben. In: *Die Tierwelt Deutschland*. VEB G. Fischer Verlag Jena, 59: 7-475.

**THE OCCURRENCE OF SOIL GAMASID MITES (ACARI)  
IN YOUNG SCOTS PINE FORESTS  
POLLUTED BY A COPPER SMELTING WORKS AT GŁOGÓW**

Summary

The occurrence of soil Gamasida in young Scots pine forests (plant association *Leucobryo-Pinetum*) polluted by a copper smelting works at Głogów and a control plot, were investigated. A high concentration of heavy metals highly decreased the abundance and species diversity of Gamasida, whereas small concentrations stimulated this diversity. *Zercon zelawaiensis* was sensitive to heavy metals, *Pergamasus crassipe* and *Rhodacarus coronatus* tolerated them, and some species (*Zercon triangularis*, *Z. peltatus*, *Pergamasus runciger*, *P. misellus*, *Asca aphidioides* and *Veigaia nemorensis*) were sensitive to a high concentration of heavy metals but tolerant of small concentrations of this metals. In the soils polluted by small concentrations of heavy metals a gamasid sensitive to heavy metals (*Z. zelawaiensis*) was replaced by other species from this genus (*Z. triangularis*) which tolerated these pollutants.



Biblioteka Główna ATR  
w Bydgoszczy

GZ

1100

28 1996