

TADEUSZ WITKOWSKI

ZAGĘSZCZENIE I BIOMASA DŹDŻOWNIC *LUMBRICIDAE* W WARUNKACH KRÓTKIEGO CYKLU ZMIANOWANIA

Pracownia Biologii Środowisk Zagospodarowanych Instytutu Biologii
Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu

WSTĘP

Fauna dżdżownic zasiedlająca glebę pól uprawnych jest przystosowana do częstych zmian warunków środowiska. Jest to zapewne wynikiem zabiegów agrotechnicznych, które dla jednych gatunków polepszają, dla innych zaś pogarszają warunki bytowania [1, 10—13, 15, 17, 18].

Uwzględniając wielką rolę dżdżownic w użyznianiu gleby, znaczny ich udział w kształtowaniu gruzełkowatej struktury oraz dodatni wpływ na rozwój mikroflory z jednej strony, a wzrastającą intensyfikację rolnictwa z drugiej, prześledzono występowanie dżdżownic w glebie w skróconym cyklu zmianowania.

TEREN I METODA BADAŃ

Obserwacje przeprowadzono na dwóch polach uprawnych położonych na nieco falistej równinie, która obniża się stopniowo przechodząc w niewielką dolinę Strugi Toruńskiej. Gleba tych pól według klasyfikacji Wojewódzkiego Biura Geodezji i Urzędzeń Rolnych należy do kompleksu V (żytnio dobrego) klasy IVa, jako czarna ziemia zdegradowana wytworzona z piasku zalegającego na glinie. Poziom ornopróchniczy 0—25 cm stanowi piasek gliniasty (12% części sypialnych, w tym 3% koloidów), zawierający 0,71—1,10% węgla. Obserwacje na tych polach były przeprowadzane w okresie od września 1975 r. do sierpnia 1979 r. Na polu pierwszym kolejność uprawianych roślin była następująca: żyto ozime na ziarno — żyto ozime na paszę — ziemniaki — mieszanka owsa z jęczmieniem — żyto ozime na ziarno. Pole drugie w momencie rozpoczęcia obserwacji obsiane było żytem ozimym na paszę. Kolejność wysiewania następnych upraw na tym polu była taka sama, jak na polu pierwszym.

Poszczególne uprawy nawieziono następującymi nawozami: pod żyto 2 q 60% soli potasowej, 4 q 18% superfosfatu i 2 q saletrazaku. Uprawy mieszanek owsa z jęczmieniem nawieziono 2 q 60% soli potasowej, 4 q 18% superfosfatu i 2 q mocznika. Pod uprawy ziemniaków wprowadzono 20 q obornika, 3 q 16% siarczanu magnezowego, 4 q 18% superfosfatu i 2,5 q 60% soli potasowej.

W celu uzyskania dżdżownic pobierano glebę z powierzchni 0,25 m² do głębokości 25 cm, w dziesięciu powtórzeniach z trzech stanowisk i od razu na polu wybierano z niej dżdżownice ręcznie. Próbkę taką pobierano dwa razy w miesiącu. W pracowni dżdżownice dokładnie optukiwano z grudek gleby i śluzu, zabijano w 30-procentowym alkoholu, oznaczano, ważono, a następnie konserwowano w 4-procentowej formalinie. Przedstawione wyniki są wartościami średnimi dla każdego miesiąca obserwacji. Biomasa dżdżownic wyrażono w jednostkach świeżej masy po uwzględnieniu 30% na zawartość jelita [14]. Istotność różnic ustalono za pomocą testu „t” Studenta. W celu stwierdzenia zależności między zagęszczeniem dżdżownic w badanych uprawach a ich ogólną biomasą oraz zawartością wody w glebie, zastosowano metodę prostoliniowej korelacji.

SKŁAD GATUNKOWY DŻDŻOWNIC

W całym okresie obserwacji zanotowano występowanie siedmiu gatunków dżdżownic (tab. 1). Gatunkiem dominującym we wszystkich uprawach był *Allolobophora caliginosa* f. *typica* (Sav.). Stanowił on od 75,8% (w uprawie żyta ozimego na ziarno) do 92,8% (w ziemniakach) ogólnej liczebności znalezionych dżdżownic. Gatunek ten był dominantem w uprawach rolnych w Turwi [11], na Litwie [1] i na spasanym górskim pastwisku [3]. Na uwagę zasługują jeszcze dwa gatunki — *Lumbricus terrestris* L. oraz *Lumbricus rubellus* Hoffm., ich liczebność jednak była niewspółmiernie niższa od gatunku dominującego, choć częstość występowania była znaczna. *Lumbricus terrestris* notowany był w dziewięciu uprawach zaś *L. rubellus* — w siedmiu uprawach. Gatunki te, podobnie jak i większość gatunków występujących sporadycznie, notowane były tylko w okresie wiosennym i jesiennym. Procentowy udział *Lumbricus terrestris* w glebie poszczególnych upraw wahał się od 4 do 18%. Zbliżone wartości liczbowe dla tego gatunku zanotowano [11] w glebach okolic Turwi. Znacznie mniejszy udział procentowy (od 1,4 do 7,2%) w badanych uprawach wykazywał *Lumbricus rubellus*. Na pastwiskach górskich w Pieninach gatunek ten był również notowany w niedużych ilościach [3]. Pozostałe 4 gatunki: *Allolobophora chlorotica* (Sav.) i *Allolobophora longa* Ude, *Allolobophora rosea* (Sav.) i *Octolasion cyaneum* (Sav.), występowały nielicznie i sporadycznie, przeważnie w okresach wiosny i jesieni.

Dżdżownice, które wystąpiły w glebie badanych upraw, to formy by-

Tabela 1

Ilościowe rozmieszczenie i udział procentowy gatunków dżdżownic w stosunku do wszystkich osobników każdej uprawy przyjętych za 100%

Quantitative distribution and percentage of earthworms in relation to all specimens under each crop assumed for 100%

Pole nr Field No.	Rok Year	Uprawiane rośliny Crops	Liczba dżdżownic Number of earthworms	A. cali- ginosa /Sav./	L. terrestris L.	L. rubellus Hoffm.	A. chloro- tica /Sav./	A. longa Ude	A. rosea /Sav./	O. cyaneum /Sav./
1	1976	żyto ozime na ziarno winter rye for grain	305	75,8	18,0	4,5	1,2	0,5	-	-
		żyto ozime na paszę winter rye for fodder	148	91,1	4,5	4,4	-	-	-	-
	1977	ziemniaki - potatoes	274	92,8	4,0	-	2,5	0,7	-	-
		ugór - fallow	158	87,9	-	7,2	4,9	-	-	-
	1978	mieszanka owsa z jęczmieniem cereal mixture, oats - barley	95	91,6	6,3	1,4	-	-	0,7	-
		żyto ozime na ziarno winter rye for grain	259	91,4	4,0	3,0	-	1,0	-	0,6
2	1975	żyto ozime na paszę winter rye for fodder	173	89,0	4,8	5,9	-	-	0,5	-
	1976	ziemniaki - potatoes	249	80,0	15,8	4,2	-	-	-	-
		ugór - fallow	84	96,0	-	-	-	2,4	1,6	-
	1977	mieszanka owsa z jęczmieniem cereal mixture, oats - barley	204	95,8	4,2	-	-	-	-	-
		żyto ozime na ziarno winter rye for grain	425	92,1	-	-	5,6	-	-	2,3
	1978	ugór - fallow	284	83,6	13,7	-	-	-	2,7	-
	1979	mieszanka owsa z jęczmieniem cereal mixture, oats - barley	330	94,2	5,8	-	-	-	-	-

tujące w warstwach ornycy gleby, z wyjątkiem *Lumbricus terrestris*, *Allolobophora longa* i *Allolobophora caliginosa*, które spotkać można także w głębszych warstwach gleby [15, 16]. *Lumbricus terrestris*, *Allolobophora longa* i *Octolasion cyaneum* są gatunkami dużymi, pozostałe zaś gatunki reprezentują średnią i drobną klasę wielkości.

ZAGĘSZCZENIE DŹDŻOWNIC W CAŁYM CYKLU ZMIANOWANIA

Średnie zagęszczenie dżdżownic w glebie pola pierwszego w całym okresie obserwacji wynosiło 15,71 osobników/m⁻² gleby. Największe zagęszczenie na tym polu zanotowano w okresie przerwy między uprawami, tj. jesienią i wiosną 1977/78 po zbiorze ziemniaków (tab. 2). Okres ten odznaczał się stosunkowo dużą zawartością higroskopowej wody w glebie (9,15%), znacznymi zasobami pokarmowymi oraz dużą liczbą dni z opadami atmosferycznymi (19 dni w listopadzie i 13 dni w grudniu). W 1977 r. w ziemniakach stwierdzone zagęszczenie było mniejsze o 42,8%, a w 1978 r. w mieszance owsa z jęczmieniem — aż o 76,1% w stosunku do okresu maksymalnej gęstości zasiedlenia gleby tego pola przez dżdżownice. Najmniejsze zagęszczenie dżdżownic na polu pierwszym zbiega się z najmniejszą (5,18%) zawartością wody w glebie.

Duża, bo wynosząca 76,1%, różnica między minimalną i maksymalną gęstością zasiedlenia dżdżownic sugeruje, że na stopień zagęszczenia wywierają wpływ nie tylko same rośliny uprawne, lecz, być może, także ich miejsce w płodozmianie.

Na polu drugim stwierdzone zagęszczenie dżdżownic dla takiego samego okresu badań było wyższe o 5,05 osobników w m⁻² i wynosiło 20,76 osobników w m⁻² gleby. Największe zagęszczenie dżdżownic na tym polu, podobnie jak na polu pierwszym, wystąpiło w okresie przerwy między uprawami w latach 1978/79, po zbiorze żyta ozimego na ziarno (tab. 2). Tutaj również maksimum zagęszczenia tych zwierząt zbiega się z największą zawartością wody w glebie (9,84%) i dużą częstotliwością opadów atmosferycznych. W sierpniu po zbiorze żyta ozimego na ziarno zanotowano 27 dni z opadami atmosferycznymi, we wrześniu 26 dni i 15 dni w październiku, a 8 w listopadzie. Warto wspomnieć, że w ostatnich dwóch latach (1977 i 1978) liczba dni z opadami atmosferycznymi na terenie Koniczynki była wyższa o 31,25% w stosunku do lat 1975 i 1976.

Okres, w którym obserwowano najmniejsze zagęszczenie dżdżownic, odznaczał się najmniejszą średnią miesięczną liczbą dni (6) z niewielkimi (do 1 mm) opadami atmosferycznymi. Różnica między najmniejszym i największym zagęszczeniem dżdżownic w glebie pola drugiego wynosiła 10,7%. Można zatem przyjąć, że amplituda wahań gęstości zasiedlenia przez dżdżownice gleby obu badanych pól była tego samego rzędu.

Niemalży wpływ na wystąpienie maksymalnego zagęszczenia dżdżownic

T a b e l a 2

Zagęszczenie, biomasa, średnia zawartość wody w glebie i opady atmosferyczne
w okresie wegetacji poszczególnych upraw
Density and biomass of earthworms and the water content in soil versus atmospheric precipitations
during the growth of particular crops

Pole - Field No.	1					2							
	1975/76		1977		1978	1979	1975	1976	1977		1978	1979	
Uprawiane rośliny Crops	żyto ozime na ziarno winter rye for grain	żyto ozime na paszę winter rye for fodder	ziemniaki potatoes	przerwa między uprawami break between crops	mieszanka owsa z jęczmieniem cereal mixture /oats + barley/	żyto ozime na ziarno winter rye for grain	żyto ozime na paszę winter rye for fodder	ziemniaki potatoes	przerwa między uprawami break between crops	mieszanka owsa z jęczmieniem cereal mixture /oats + barley/	żyto ozime na ziarno winter rye for grain	przerwa między uprawami break between crops	mieszanka owsa z jęczmieniem cereal mixture /oats + barley/
Zagęszczenie dżdżownic na m ² głoby Density of earthworms per 1 m ² of soil	12,2	9,85	18,23	31,6	7,56	14,8	11,5	16,58	11,13	16,32	18,95	37,86	33,0
Biomasa dżdżownic w g na m ² głoby Biomass of earthworms per 1 m ² of soil	5,7	5,3	6,3	9,9	2,3	4,97	5,48	6,13	3,96	6,4	4,05	9,6	7,69
Średnia zawartość wody w glebie w procentach wagowych Mean water content in soil in weight %	7,8	10,02	7,2	9,15	5,18	6,79	7,02	8,8	8,07	7,3	6,7	9,84	6,15
Suma opadów atmosferycznych w mm Sum of atmospheric precipitations in mm	493,1	361,2	417,1	69,3	272,5	374,2	181,4	477,6	121,6	444,7	388,1	173,6	196,3
Liczba dni z opadami atmosferycznymi Number of days with atmospheric precipitations	126,0	102,0	82,0	63,0	68,0	106,0	63,0	59,0	43,0	83,0	118,0	49,0	46,0

w okresach przerw między uprawami mógł mieć fakt niewykonywania w 1977 r. na polu pierwszym i w 1978 r. na polu drugim żadnych zabiegów agrotechnicznych po zebranych plonach.

Inni autorzy prowadzący badania na glebach pługowych oszacowali średnie zagęszczenie dżdżownic w ziemniakach na 2,3 do 15,0 osobników na m^{-2} , a w uprawie żyta od 4,3 do 9,0 osobników na m^{-2} [11]. Natomiast w analogicznej pracy średnie zagęszczenie dżdżownic w uprawie ziemniaków oszacowano na 6,56—17,24 osobników na m^{-2} , w uprawie żyta na 5,9—14,55 osobników na m^{-2} oraz w uprawie mieszanki owsa z jęczmieniem na 6,13 i 16,0 osobników na m^{-2} gleby [17]. Jak widać, oceny zagęszczenia dżdżownic porównywanych upraw były nieznacznie niższe od uzyskanych w niniejszej pracy.

Porównując zagęszczenie dżdżownic poszczególnych upraw każdego z badanych pól w okresie wegetacji ze średnim zagęszczeniem dla całego płodozmianu stwierdzono, że na obu polach większe zagęszczenie dżdżownic wystąpiło w okresie przerw między uprawami, w ziemniakach na polu pierwszym i w uprawie mieszanki owsa z jęczmieniem wysianej w 1979 r. na polu drugim. Zbliżoną wartość do średniego zagęszczenia dla całego cyklu zmianowania zanotowano w uprawie żyta ozimego na ziarno. W pozostałych uprawach stwierdzone między tymi dwoma parametrami różnice wahały się od 20,14% w ziemniakach i w mieszance owsa z jęczmieniem uprawianych w 1977 r. na polu drugim, do 51,8% także w mieszance owsa z jęczmieniem wysianej w 1978 r. na polu pierwszym. Stopień zagęszczenia dżdżownic w poszczególnych uprawach miał następującą sekwencję: okres przerw między uprawami — mieszanka owsa z jęczmieniem — ziemniaki — żyto ozime na ziarno i na paszę.

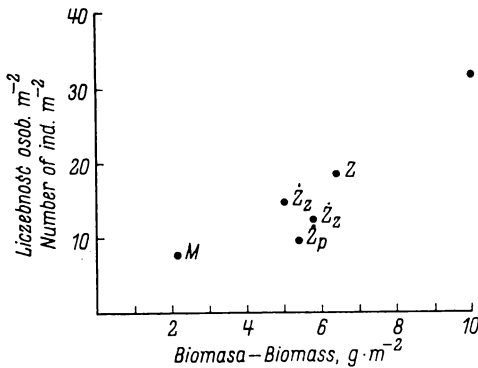
BIOMASA DŻDŻOWNIC W CAŁYM CYKLU ZMIANOWANIA

Średnia biomasa dżdżownic pozyskanych z gleby pola pierwszego wynosiła $5,76 g \cdot m^{-2}$ gleby. Największą wartość biomasy na polu pierwszym stwierdzono w latach 1977/1978 w okresie przerwy międzyuprawowej po ziemniakach, a więc w okresie największego zagęszczenia dżdżownic. Najmniejszą biomasę dżdżownic zanotowano w roku 1978 w okresie wegetacji mieszanki owsa z jęczmieniem wysianej po ziemniakach. Amplituda wahań stanu biomas między poszczególnymi uprawami tego pola była znaczna i wynosiła od 2,3 do $9,9 g \cdot m^{-2}$ gleby (tab. 2).

W glebie pola drugiego średnia wartość biomasy dżdżownic oszacowano na $6,18 g \cdot m^{-2}$ gleby. Na polu tym, podobnie jak w przypadku pola pierwszego, największy stan biomasy zanotowano w okresie przerwy między uprawami 1978/79 po zbiorze żyta ozimego na ziarno, w czasie maksymalnego zagęszczenia tych zwierząt. Również najmniejsza biomasa notowana była w okresie międzyuprawowym, ale w 1976/77 po zebranych ziemniakach.

Uzyskane średnie biomasy dżdżownic w pewnym stopniu różnią się od ocen uzyskanych przez poprzednich badaczy [11, 17].

Śledząc kształtowanie się biomas i zagęszczenia dżdżownic w poszczególnych uprawach całego cyklu rotacji badanych pól łatwo dostrzec prostą współzależność między tymi dwoma parametrami (rys. 1 i 2).

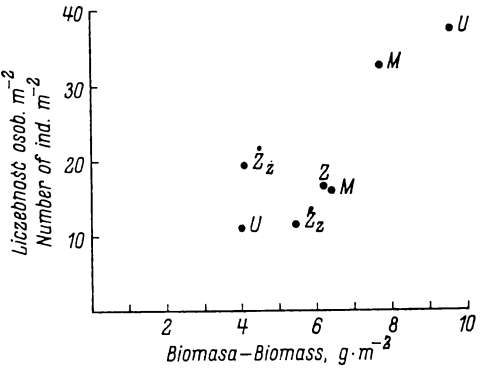


Rys. 1. Zależność między średnim zagęszczeniem a biomasą dżdżownic w uprawach pola pierwszego

M — mieszanka kłosowa owsa z jęczmieniem, U — ugór, Z — ziemniaki, Zz — żyto ozime na ziarno, Zp — żyto ozime na paszę

Relationship between the mean density and biomass of earthworms in soil under crops of the field I

M — cereal mixture (oats + barley), U — fallow, Z — potatoes, Zz — winter rye for grain, Zp — winter rye for fodder



Rys. 2. Zależność między średnim zagęszczeniem a biomasą dżdżownic w uprawach pola drugiego
objaśnienie jak na rys. 1

Relationship between the mean density and biomass of earthworms in soil under crops of the field II
explanations — as in Fig. 1

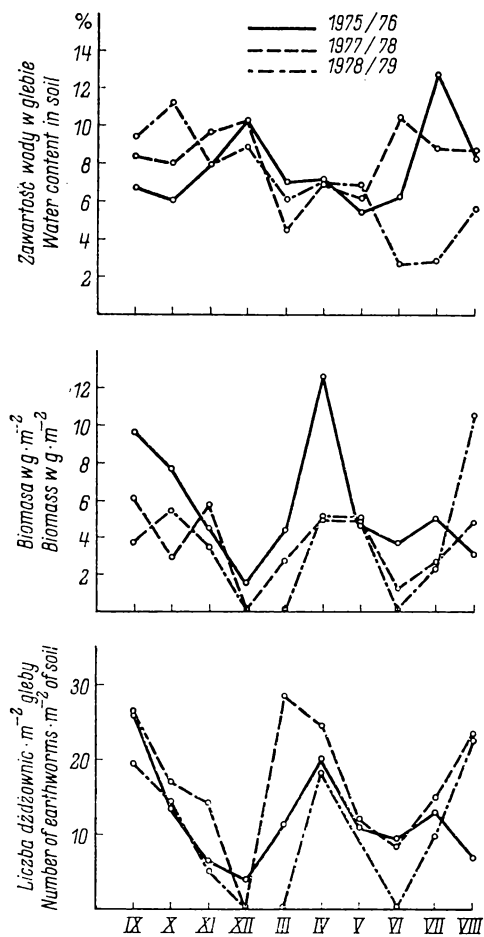
Biorąc pod uwagę średnią wartość biomasy (od największych do najmniejszych) poszczególnych rodzajów upraw na badanych polach (traktując je jako jedno pole), kolejność tych upraw będzie następująca: okres przerw między uprawami — ziemniaki — mieszanka owsa z jęczmieniem — żyto ozime. Porównując z sekwencją zmian zagęszczenia dżdżownic widać, że nastąpiły przesunięcia między drugim a trzecim ogniwem tego szeregu. Przesunięcie to należy tłumaczyć zwiększonym procentowym udziałem osobników młodocianych w uprawie mieszanki owsa z jęczmieniem.

Przedstawione wyniki sugerują, że różnice w zagęszczeniu i w biomasie dżdżownic, odnoszące się do całego cyklu rotacji i do okresów wegetacji danych upraw, pozostają w ścisłym związku z okresem względnego

spokoju, niezakłóconym żadnymi zabiegami agrotechnicznymi i warunkami klimatycznymi (jak zawartość wody w glebie czy suma i częstotliwość opadów atmosferycznych).

ZMIANY ZAGĘSZCZENIA DŹDŻOWNIC W POSZCZEGÓLNYCH MIESIĄCACH WEGETACJI UPRAW, ICH ZWIĄZEK Z BIOMASĄ I ZAWARTOŚCIĄ WODY W GLEBIE

Żyto ozime na ziarno. Przebieg zmian zagęszczenia i biomasy dżdżownic w poszczególnych miesiącach wegetacji żyta ozimego na ziarno w latach 1975—1979 wykazywał dość duże podobieństwo. Istotne różnice ($P = 0,1\%$) wystąpiły w miesięcznych zmianach biomasy dżdżownic w uprawach żyta wysianego w latach 1975 i 1976. Największe zagęszczenie i biomasę dżdżownic we wszystkich latach notowano w okresie sierpień-wrzesień i marzec-kwiecień (rys. 3). Wyniki te są zgodne z wynikami innych autorów [4, 11, 15, 16], którzy zgodnie stwierdzają, że w



Rys. 3. Miesięczne zmiany zagęszczenia, biomasy dżdżownic i zawartości wody w glebie w uprawach żyta ozimego na ziarno

Monthly changes of the density and biomass of earthworms and the water content in soil under winter rye for grain

Środkowej Europie największe zagęszczenie dżdżownic występowało w okresie jesiennym i wiosennym. W południowo-wschodniej Australii obserwowano to zjawisko w zimie [3].

Występujące maksima i minima biomasy zbiegały się z okresami największych i najmniejszych zagęszczeń dżdżownic.

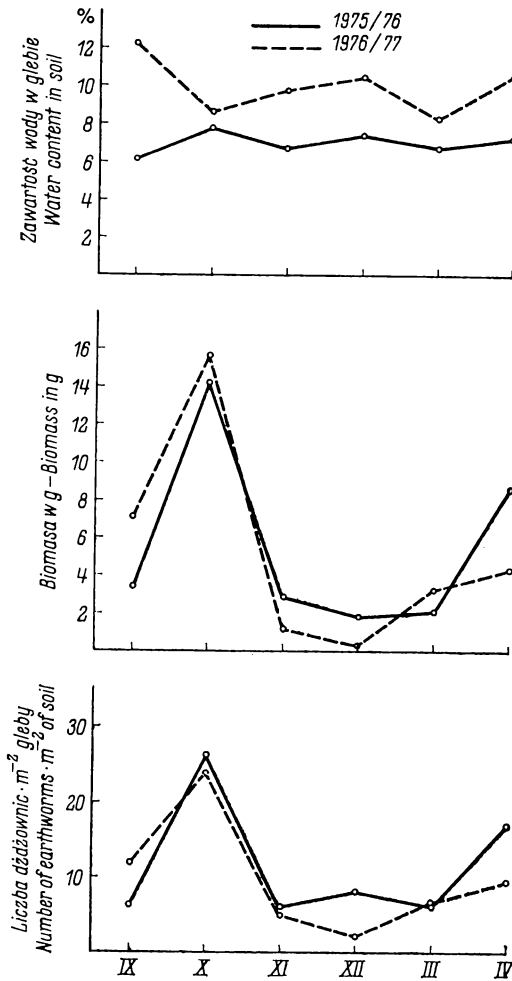
Istnieje wprost proporcjonalna zależność między zmianami zagęszczenia dżdżownic w życie ozimym wysianym w latach 1977 i 1978 a zmianami zawartości wody w glebie ($r = + 0,66 \pm 0,2$ i $r = + 0,756 \pm 0,35$). Słabszą i rozbieżną w przebiegu zależność stwierdzono między zagęszczeniem dżdżownic a zawartością wody w glebie pod uprawą żyta z roku 1975. Można przypuszczać, że pozostaje to w związku z sumą opadów atmosferycznych większą o 21,3% w roku 1977 i o 24,1% w roku 1978 (tab. 2).

Podobną zależność stwierdzono w przypadku porównywania zmian biomasy ze zmianami zawartości wody w glebie. Jednakże stopień zależności był większy w życie wysianym w latach 1975 i 1978 ($r = 0,888 \pm 0,02$, $r = + 0,696 \pm 0,31$), mniejszy zaś w roku 1977 ($r = + 0,357 \pm 0,35$).

Żyto ozime na paszę. W uprawie żyta ozimego na paszę nie obserwowano w poszczególnych latach istotnych zmian w miesięcznych wartościach zagęszczenia i biomasy dżdżownic. Parametry te, podobnie jak w uprawie żyta na ziarno, największe wartości osiągnęły w okresie jesiennym (październik) i wiosennym (kwiecień), natomiast najmniejsze w grudniu (rys. 4).

W życie ozimym na paszę, wysianym w 1975 r. zagęszczenie i biomasa dżdżownic w porównaniu do zawartości wody w glebie zmieniały się prawie równolegle ($r = + 0,687 \pm 0,36$, $r = + 0,681 \pm 0,45$), natomiast w życie w roku 1976 przebieg zmian był odmienny ($r = - 0,231 \pm 0,38$, $r = - 0,329 \pm 0,47$). Tę słabszą i odmienną zależność wiązać należy ze zwiększoną sumą i częstotliwością opadów atmosferycznych w tym czasie. W okresie wegetacji żyta ozimego na paszę w latach 1976/77 suma opadów atmosferycznych była wyższa o 49,8%, a liczba dni z opadami — o 38,31% w porównaniu do tego samego okresu uprawy z lat 1975/76 (tab. 2).

Uprawa ziemniaków. W ziemniakach uprawianych w poszczególnych latach, podobnie jak w uprawach żyta ozimego, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w gęstości zasiedlenia i w stanie biomasy dżdżownic. W okresie wegetacji ziemniaków zanotowano po dwa nasilenia ilościowe dżdżownic (rys. 5). W 1977 r. pierwsze nasilenie zagęszczenia dżdżownic wystąpiło już po 12 dniach wegetacji ziemniaków, natomiast w ziemniakach wysadzonych w 1976 r. obserwowano je dopiero po dwóch miesiącach. Drugie szczytowe nasilenie dżdżownic w ziemniakach wysadzonych w roku 1976 zanotowano w październiku, w 1977 r. zaś długotrwały szczyt liczebności trwał od sierpnia do października. Zmiany bio-



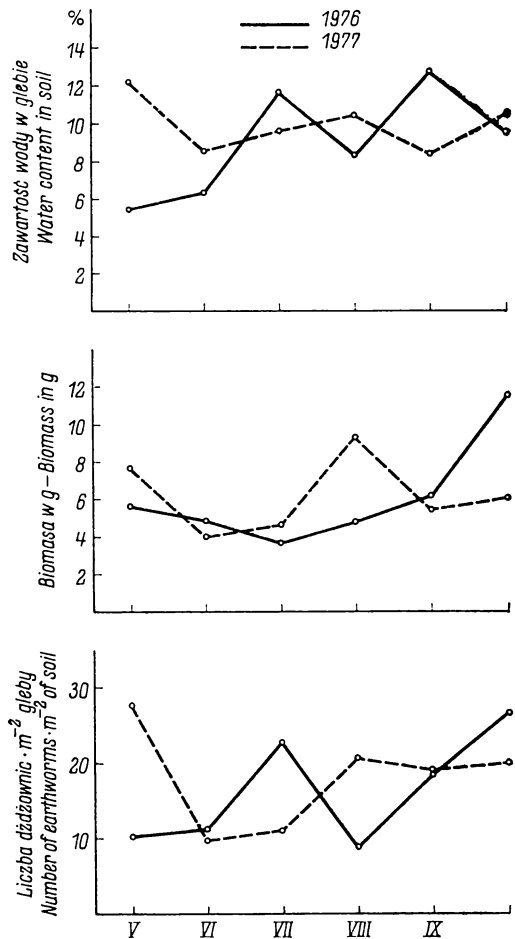
Rys. 4. Miesięczne zmiany zagęszczenia, biomasy dżdżownic i zawartości wody w glebie w uprawach żyta ozimego na paszę

Monthly changes of the density and biomass of earthworms and the water content in soil under winter rye for fodder

masy i zagęszczenia dżdżownic w obu przypadkach przebiegały w ścisłym powiązaniu ze zmianami zawartości wody w glebie. Współczynnik korelacji zagęszczenia wynosił $r = + 0,904 \pm 0,03$ i $r = + 0,873 \pm 0,06$, a dla biomasy $r = + 0,814 \pm 0,21$ i $r = + 0,577 \pm 0,4$.

Uprawa mieszanki owsa z jęczmieniem. Zupełnie odmiennie kształtowało się zagęszczenie dżdżownic w uprawach mieszanki owsa z jęczmieniem. Wyraźna różnica wystąpiła między gęstością zasiedlenia dżdżownic mieszanki owsa z jęczmieniem wysianej w roku 1979 a mieszanki z 1977 i 1978 roku.

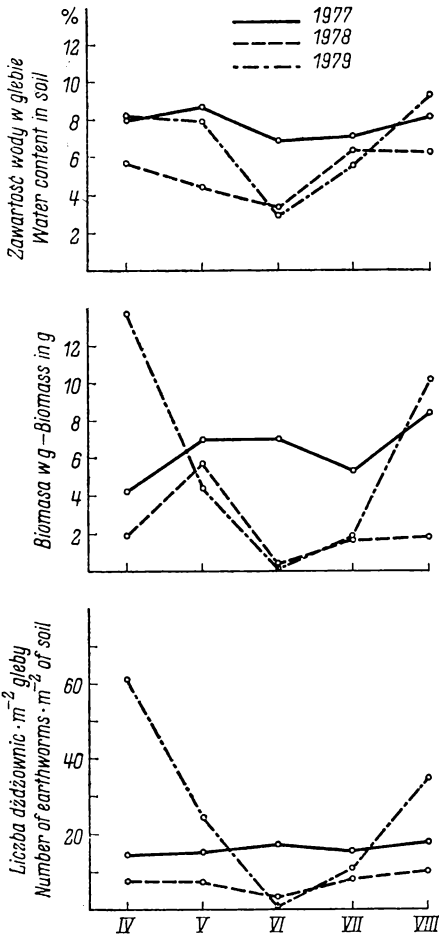
Zagęszczenie dżdżownic w mieszance owsa z jęczmieniem uprawianej w latach 1977 i 1978 prawie przez cały okres wegetacji utrzymywało się mniej więcej na jednakowym poziomie, z bardzo nieznacznie zarysowaną tendencją do wzrostu (rys. 6). Mieszanka owsa z jęczmieniem wysiana w 1979 r. różniła się nie tylko zagęszczeniem średnim dla całego okresu we-



Rys. 5. Miesięczne zmiany zagęszczenia, biomasy dżdżownic i zawartości wody w glebie w uprawach ziemniaków

Monthly changes of the density and biomass of earthworms and the water content in soil under potatoes

getacji, lecz także przebiegiem zmian zagęszczenia dżdżownic w poszczególnych miesiącach wegetacji. Wiosenny szczyt zagęszczenia dżdżownic zanotowano już po 10 dniach wegetacji tej uprawy. W czerwcu dżdżownic nie notowano mimo przejrzania w pierwszej i w drugiej połowie miesiąca dodatkowo 30 powierzchni gleby. Należy to wiązać z nie sprzyjającymi aktywności tych zwierząt warunkami klimatycznymi. Trzeba nadmienić, że stwierdzona w czerwcu w glebie średnia zawartość wody wynosiła 2,8%, temperatura 19,8°C, a suma opadów atmosferycznych tylko 14 mm (6 dni z deszczem). W lipcu liczba dżdżownic wzrastała, a w sierpniu zaobserwowano zbiegające się z maksymalną biomasa drugie szczytowe nasilenie. W tym samym czasie zawartość wody w glebie osiągnęła 5,6%, dwukrotnie wzrosła suma i częstotliwość opadów atmosferycznych. Miesięczne zmiany zagęszczenia dżdżownic w latach 1977 i 1978 przebiegały równoległe do zmian zawartości wody w glebie ($r = + 0,908 \pm 0,2$, $r = + 0,671 \pm 0,3$). Znacznie słabszą zależność między tymi dwoma



Rys. 6. Miesięczne zmiany zagęszczenia, biomasy dżdżownic i zawartości wody w glebie w uprawach mieszanki kłosowej (owies z jęczmieniem)

Monthly changes of the density and biomass of earthworms and the water content in soil under cereal mixture (oats + barley)

czynnikami i rozbieżny ich przebieg zanotowano w mieszance z roku 1979 ($r = -0,347 \pm 0,53$). Bardziej zróżnicowany stopień zależności zanotowano między biomasa a zawartością wody w glebie ($r = +0,669 \pm 0,5$, $r = +0,314 \pm 0,4$, $r = +0,219 \pm 0,5$).

W analizie niniejszej pominięto okresy przerw między uprawami, kiedy pobrano niewielką liczbę próbek ze względu na trudne warunki klimatyczne. Na uwagę zasługuje jednak najliczniejsze zasiedlanie przez dżdżownice gleby pól uprawnych nie zakłóconych żadnymi zabiegami mechanicznymi.

WPLYW UPRAWY MECHANICZNEJ GLEBY NA ZAGĘSZCZENIE DŹDŻOWNIC

W czasie wykonywania orki pługiem dżdżownice zamieszkujące warstwy głębsze przemieszczane są do warstw powierzchniowych, z warstw powierzchniowych zaś do położonych głębiej. Wyniesione z głębszych

warstw dżdżownicy na powierzchnię mogą stać się łatwym łupem drapieżców [16]. Gwałtowna zmiana siedliska może stanowić podniecie wzmagającą aktywność tych dżdżownic. Wreszcie w czasie wykonywanej orki niektóre osobniki mogą być uszkodzone na tyle, że regeneracja ich jest niemożliwa. Następstwem tego będzie redukcja liczebności tych zwierząt [4, 12, 19].

W celu uchwycenia wpływu orki na zagęszczenie dżdżownic, próbki gleby pobierano w odstępach 6-dniowych przed i po wykonanym zabiegu. Na 10 przeprowadzonych obserwacji tylko w sześciu stwierdzono mniejszą liczbę (10,4—38,8%) dżdżownic po wykonanej orce. W trzech następnych przypadkach zagęszczenie tych zwierząt po zaoraniu pola było większe (30,3—65,7%), a tylko w jednym było prawie takie samo, jak przed zabiegiem (tab. 3). Liczba uszkodzonych dżdżownic przypadająca na m²

t a b e l a 3

Liczba dżdżownic przypadająca na m² przed i po zaoraniu gleby
Number of earthworms per 1 m² of soil before and after ploughing

Rok Year	Żyto ozime na paszę Winter rye for fodder		Żyto ozime na ziarno Winter rye for grain		Ziemniaki Potatoes		Mieszanka owsa z jęczmieniem Cereal mixture /oats + barley/	
	przed before	po after	przed before	po after	przed before	po after	przed before	po after
	zaoranie gleby ploughing		zaoranie gleby ploughing		zaoranie gleby ploughing		zaoranie gleby ploughing	
1975	9	6	29	26	-	-	-	-
1976	17	12	-	-	17	10,4	-	-
1977	-	-	18,4	26,4	9,6	28	16,4	14,4
1978	-	-	10,6	19,6	-	-	11,2	7,6
1979	-	-	-	-	-	-	23,8	24

gleby w następstwie wykonanej orki wahała się od 0,4 do 1,6 osobnika (przy $P = 0,05\%$ dla 75 pomiarów). Z tej liczby 33,8% stanowiły osobniki nieznacznie uszkodzone, średnio — 17,9%, a silnie — 48,3%. Można zatem przyjąć, że w glebach bogatych w dżdżownicy ubytek ten nie będzie miał większego wpływu, natomiast będzie on znaczący w siedliskach średnich i ubogich.

WPLYW ZMIANOWANIA NA DŻDŻOWNICE

Zastosowany schemat zmianowania roślin uprawnych na badanych polach (tab. 1 i 2) pozwala wnioskować, że pod tymi samymi roślinami uprawianymi w nieznacznie zmienionej kolejności większe zagęszczenie (o 24,3%) i biomasa (o 7,2%) dżdżownic stwierdzono w rotacji pola dru-

giego. Mimo tych przesunięć w kolejności upraw zmianowania drugiego, stwierdzone różnice w zagęszczeniu i biomacie dżdżownic okazały się statystycznie nieistotne.

Większe różnice w zagęszczeniu i biomacie dżdżownic zaobserwowano, śledząc kolejność uprawianych roślin po sobie zarówno w pierwszym, jak i drugim zmianowaniu. I tak w ziemniakach uprawianych po dwóch uprawach kłosowych (żyto ozime na ziarno i na paszę) na polu pierwszym średnie zagęszczenie dżdżownic na m² gleby było wyższe o 85%, biomasa zaś o 15,3% niż w przedplonie (tab. 2). Podobne zjawisko dostrzec można w uprawie ziemniaków wysadzonych po życie ozimym na paszę. W tym przypadku jednak zagęszczenie dżdżownic wzrosło o 40,7%, a biomasa tylko o 1,3%.

W uprawie mieszanki owsa z jęczmieniem, której przedplonem było żyto ozime na ziarno, stwierdzone zagęszczenie dżdżownic było większe o 42,6%, biomasa zaś o 47,2%. W przypadku wysiania mieszanki owsa z jęczmieniem po ziemniakach zagęszczenie dżdżownic w uprawie plonowej było około 2,5 raza mniejsze, a biomasa około 2,7 raza w stosunku do występujących wartości w uprawie przedplonowej. Uprawianie więc mieszanki owsa z jęczmieniem po życie ozimym wpłynęło korzystnie na zagęszczenie i biomasę dżdżownic, niekorzystnie natomiast w przypadku przedplonu ziemniaków.

Wyraźnie korzystne oddziaływanie mieszanki kłosowej jako uprawy przedplonowej na badane parametry dżdżownic stwierdzono w życie ozimym na ziarno. W życie wysianym w latach 1977/78 zagęszczenie dżdżownic było większe niż w mieszance owsa z jęczmieniem o 48,9%, a biomasa wzrosła o 36,8% (tab. 2). W tej samej uprawie po takim samym przedplonie w latach 1978/79 zagęszczenie dżdżownic wzrosło dwukrotnie (95,7%), biomasa zaś aż trzykrotnie (114,9%).

W wyniku uprawiania tych samych roślin po sobie, jak np. żyta ozimego na paszę po życie ozimym na ziarno, zaobserwowano nieznaczne zmniejszenie zagęszczenia i biomasy dżdżownic.

Na podstawie omawianych wyników można przypuszczać, że bardzo dobrym przedplonem, zwiększającym obfitość dżdżownic w glebie pod uprawą ziemniaków i mieszanki owsa z jęczmieniem, okazało się żyto ozime. W przypadku następstwa tych samych roślin uprawianych po sobie nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic zarówno w zagęszczeniu, jak i w biomacie dżdżownic, można jednak dostrzec tendencję spadkową tych dwóch parametrów. Niejednoznaczny był wpływ ziemniaków jako rośliny przedplonowej na dżdżownice żyjące w glebie pod uprawą mieszanki owsa z jęczmieniem.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

W zebranych materiale znaleziono 7 gatunków dżdżownic. Gatunkiem dominującym we wszystkich uprawach obu zmianowań był *Allolobophora caliginosa* (Sav.). Procentowy udział tego gatunku w ogólnej liczebności dżdżownic wahał się od 75,8 do 92,8% (tab. 1).

Mimo nieznaczących przesunięć w kolejności uprawianych roślin w jednym ze zmianowań skróconego cyklu płodozmianu, w zagęszczeniu i biomacie dżdżownic nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic.

Najliczniej dżdżownice występowały w okresie przerwy między uprawami, a najmniej licznie — w życie ozimym na paszę (tab. 2).

Niezależnie od rodzaju uprawianych roślin zagęszczenie dżdżownic w poszczególnych okresach wegetacji kształtowało się w ścisłym związku ze zmianami zawartości wody w glebie (rys. 3—6) oraz sumą i częstotliwością opadów atmosferycznych.

Maksyma i minima w badanych uprawach zbiegały się z okresami największych i najmniejszych zagęszczeń dżdżownic.

Niekorzystny wpływ orki na zagęszczenie i biomasę dżdżownic zaznaczył się w sześciu przypadkach, w trzech wartości tych dwóch parametrów były wyższe, a tylko w jednym pozostały prawie takie same, jak przed wykonanym zabiegiem (tab. 3).

Oddziaływanie poszczególnych rodzajów upraw na obfitość dżdżownic wynikało z ich aktualnie zajmowanego stanowiska w zmianowaniu.

W uprawie ziemniaków i mieszanki owsa z jęczmieniem uprawianych po życie ozimym wzrastało zagęszczenie i biomasa dżdżownic. Korzystny wpływ na dżdżownice w życie ozimym na ziarno wywierała mieszanka kłosowa.

Natomiast niejednoznaczny był wpływ ziemniaków jako uprawy przedplonowej na dżdżownice w mieszance owsa z jęczmieniem.

W wyniku uprawiania tych samych roślin po sobie, na przykład żyta ozimego na paszę po życie ozimym na ziarno, zaobserwowano tendencję do zmniejszania wartości biomasy i zagęszczenia tych zwierząt.

LITERATURA

- [1] Atławinite O. P.: Ekologia dozdiewych czerwej i ich wlijanije na płodorodie poczwy w Litowskoj SSR. Izd. Mosklas — Vilnus 1975.
- [2] Barley K.: The influence on soil fertility. II. Consumption of soil and organic mater by the earthworm *Allolobophora caliginosa* (Savigny). Austr. J. Arg. Res. 10. 1959, 179—185.
- [3] Czerwiński Z., Jakubczyk R., Nowak E.: Analysis of a sheep pasture ecosystem in the Pieniny mountains (The Carpathians). XII. The effect of earthworm on the pasture soil. Ekol. pol. 22, 1974, 635—650.
- [4] Edwards C. A., Lofty J. F.: Biology of earthworms. Chapman and Hall, LTD, London 1972.
- [5] Eglitis W. K.: Fauna poczw łatwijskoj SSR, Riga 1954.

- [6] Evans A., Guild W. J.: Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. V. Field populations. *Ann. Appl. Biol.* 35, 1948, 485—493.
- [7] Finck A.: Ökologische and bodenkundliche Studien über die Leistungen der Regenwürmer für Bodenfruchtbarkeit. *Z. Pflanzenern. Düng. Bodenkd.* 58, 1952, 120—145.
- [8] Guild W. J.: Studies on the relationship between earthworms and soil fertility. III. The effect of soil type on the structure of earthworm populations. *Ann. Appl. Biol.* 35, 1948, 171—192.
- [9] Guild W. J.: Earthworms and soil structure (In *Soil Zoology* Eds D. K. Mc. E. Kevan). Butterworths Sc. Publ. London 1955.
- [10] Honczarenko J.: Entomofauna glebowa różnych zbiorowisk roślin łąkowych. *Szcz. Tow. Nauk.* 14, 1962, 16—23.
- [11] Jopkiewicz K.: Zageszczenie i przepływ energii przez populacje dżdżownic. *Zesz. nauk. Inst. Ekol. PAN* 5, 1972, 227—236.
- [12] Kevan D. K. Mc. E.: *Soil animals*. Ph. Libr., New York 1962.
- [13] Satchell J. E.: Some aspects of earthworm (In *Soil Zoology* Eds D. K. Mc. E. Kevan), Butterworths, London 1955.
- [14] Satchell J. E.: Procedures for the study of population metabolism in *Lumbricidae*. Preprint of Colloque sur les methodes d'etudes de L'Ecologie, Paris 1967.
- [15] Satchell J. E.: Dżdżownice. W: *Biologia gleby*, Eds A. Burges, F. Raw, PWRiL, Warszawa 1971.
- [16] Tischler W.: *Agroekologia*. PWRiL, Warszawa 1971.
- [17] Witkowski T.: Abundance and biomass of earthworms (*Lumbricidae*) in chosen crop-fields. *Pol. Ecol. Stud.* 6, 2, 1980, 293—303.
- [18] Zicsi A.: Ein zusammenfassendes Verbreitungsbild der Regenwürmer auf der Boden und Vegetationsverhältnisse. *Ungarns Opusc. Zool.* Budapest 3, 1968, 99—164.

Т. ВИТКОВСКИ

ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (*LUMBRICIDAE*) В УСЛОВИЯХ КРАТКОГО ЦИКЛА СЕВООБОРОТА

Отделение экологии животных Института биологии
Университет им. М. Коперника в Торуне

Резюме

Наблюдения проводились в годах 1975—1979 на двух возделываемых полях, расположенных недалеко г. Торуня. Дождевых червей вылавливали путем выкапывания почвенной массы с поверхности 0,25 кв. м. до глубины 25 см и ручного их отбора непосредственно в поле. Применялось следующее чередование культур в сокращенном цикле севооборота: поле первое — озимая рожь на зерно — озимая рожь на кормкартофель — смесь зерновых — озимая рожь на зерно; на втором поле в то время возделывалась — озимая рожь на корм — картофель — смесь зерновых — рожь на зерно — смесь зерновых.

Наблюдения показали, что в испытанных севооборотах видовой состав дождевых червей был очень сходен как в отношении количества видов так и их скопленности и величины биомасс.

Доминирующим видом во всех культурах сравниваемых севооборотов был *Allolobophora caliginosa* (Sav.). Процентное содержание названного вида в общей численности дождевых

червей в почвах каждой из исследованных культур колебались от 75,8% (озимая рожь на зерно) до 92,8% (картофель).

Самое большое обилие червей в почве отмечено в промежутках между культивированием растений, меньше их было на поле со смесью зерновых и под картофелем, а еще меньше под культурой озимой ржи на корм. Независимо от вида возделываемого растения численность дождевых червей в отдельных периодах вегетации формировалась в тесной связи с изменениями содержания влаги в почве, с суммой и частотой атмосферных осадков. В весенних и летних месяцах зависимость между этими двумя факторами отличалась согласованностью направлений, в осенних — отмечено их расхождение. Максимум и минимум биомасс в исследованных культурах совпадали с периодами максимальной и минимальной скопленности червей.

Неблагоприятное влияние вспашки на численность и биомассу дождевых червей было обнаружено в 6 случаях. Численность и биомасса в трех случаях была выше после вспашки и лишь в одном случае почти такие-же как до проведения мероприятия. Число поврежденных червей на площади 1,25 кв. м. почвы в последствии вспашки колебалось от 0,4 до 1,6 особей (при $P=0,05$ для 75 измерений).

Воздействие отдельных культур на обилие червей было связано с местом занимаемым данной культурой в севообороте. Очень хорошей предшествующей культурой, повлещающей численность дождевых червей в почве под картофелем и смесью зерновых, являлась озимая рожь. При возделывании тех-же растений последовательно, без предшествующей культуры не установлено статистических достоверных разниц как в отношении численности так и в величинах биомассы червей. Влияние картофеля, как предшествующей культуры, на развитие червей в почве под смесью зерновых (овес с ячменем) не было однозначно.

T. WITKOWSKI

DENSITY AND BIOMASS OF EARTHWORMS (*LUMBRICIDAE*) UNDER CONDITIONS OF A SHORT CROP ROTATION CYCLE

Laboratory of Farmed Land Biotops, Institute of Biology,
M. Copernicus University

Summary

The respective observations were carried out in the period 1975—1979 on two cultivated fields situated near Toruń. Earthworms were gained while digging soil in 10 replications on the areas by 0.25 m² to the depth of 25 cm and its immediate examination in the field. The applied scheme of a shortened crop rotation cycle was as follows: the field I: winter rye for grain — winter rye for fodder — potatoes — cereal mixture — winter rye for grain; the field II: winter rye for fodder — potatoes — cereal mixture — winter rye for grain — cereal mixture.

The observations have proved that in both crop rotations the species composition of earthworms was very similar, both with regard to occurrence of particular species and the density and biomass of earthworms.

The predominant species in all crops of both crop rotations constituted *Allolobophora caliginosa* (Sav.). The percentage of this species in the total number of earthworms in soil under each of the crops examined varied from 75,8% (in winter rye for grain) to 92,8% (in potatoes).

Earthworms occurred in greatest numbers in the periods of break between particular crops, somewhat less — in cereal mixture and potatoes and in least numbers — in winter rye cultivated for fodder. A shifting of the earthworm biomass

between the second and the third link of this crop rotation has been found. Irrespective of the kind of crops cultivated, the density of earthworms in particular growing season parts were formed in a close connection with the water content changes in soil, sum and frequency of atmospheric precipitations. In spring and summer months the relationship between these two factors showed a similar course, being different in autumn months. Maxima and minima of biomasses in the crops examined converged with the periods of the maximum and minimum earthworm densities.

An unfavourable effect of ploughing on the density and biomass of earthworms was observed in 6 cases, in 3 cases the values of the above parameters were higher and only in 1 case they remained almost the same as before the executed measure. The number of earthworms damaged by ploughing per 1 m² of soil varied between 0.4—1.6 specimens (at $P = 0.05$ for 35 measurements).

The effect of particular crop kinds on the earthworm number depended on their place in the crop rotation. A very good forecrop increasing the number of earthworms in soil under potatoes and cereal mixture appeared to be winter rye. In case of succession of the same plants after one another, no statistically significant differences, both in the density and biomass of earthworms, were found. The effect of potatoes as a forecrop on earthworms living in soil under cereal mixture (oats + barley) was diverse one.

Dr Tadeusz Witkowski
Instytut Biologii UMK
Toruń, ul. Gagarina 9