

WPLYW NAWOŻENIA GNOJÓWKĄ BYDLĘCĄ NA WYDAJNOŚĆ PRZEMIENNEGO UŻYTKU ZIELONEGO I LICZEBNOŚĆ WYBRANYCH GRUP MEZOFAUNY GLEBOWEJ

Lidia Sokołowska, Stanisław Seniczak

Akademia Techniczno-Rolnicza
Katedra Ekologii
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Zbadano wpływ nawożenia gnojówką bydlęcą na plon zielonki i liczebność roztoczy (*Acari*), skoczogonków (*Collembolla*) i wazonkowców (*Enchytraeidae*) na przemennym użytku zielonym. Dawka gnojówki 10 tys. $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ zwiększyła plon zielonki o około 28%, a dawka 20 tys. $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ o około 56% w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Dodanie do gnojówki preparatu VG spowodowało nieznaczny spadek wydajności zielonki. Nawożenie gnojówką ogólnie zwiększyło liczebność roztoczy, szczególnie na powierzchniach nawożonych gnojówką z 2% preparatem VG. Wzrosła też liczebność mechowców (*Oribatida*), w największym stopniu po dawce gnojówki 10 tys. $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ bez preparatu VG i z jego 1% roztworem. Wśród mechowców dominował zwykle *Tectocepheus velatus*, który tolerował nawożenie gnojówką. Skoczogonki zareagowały wzrostem liczebności na wszystkich nawożonych powierzchniach. Nawożenie użytku zielonego gnojówką bez preparatu VG i z dodatkiem 2% VG spowodowało wyraźny wzrost liczebności wazonkowców, natomiast dodanie 1% VG ograniczyło tę liczebność w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Nawożenie gnojówką nie zmieniło pionowego rozkładu roztoczy i skoczogonków w glebie, natomiast zmieniło rozmieszczenie wazonkowców, które na powierzchniach nawożonych były liczniejsze na dolnych częściach roślin niż na powierzchni kontrolnej. Nawożenie nie wpłynęło znacząco na pionowe rozmieszczenie rzędów roztoczy i rodzin skoczogonków w profilu glebowym.

Słowa kluczowe: nawożenie, gnojówka, użytek zielony, *Acari*, *Collembolla*, *Enchytraeidae*

1. WSTĘP

Gnojówka uzyskiwana jest w budynkach inwentarskich, przy ściółkowym systemie utrzymania zwierząt. Jest pełnowartościowym i chętnie stosowanym nawozem, wykazującym wielostronne działanie na glebę i rośliny. Działa szybko i powoduje wyraźny wzrost plonów [27]. Stanowi źródło składników pokarmowych, dostarcza materiału próchnicotwórczego, uaktywnia edafon i procesy biochemiczne w glebie. Oddziałuje też na mezofaunę glebową, w tym na roztocze, skoczogonki i wazonkowce [24]. Bezkręgowce te odgrywają ważną rolę w procesie tworzenia próchnicy. Wędrując

w obrębie profilu glebowego, rozdrabniają i spulchniają glebę oraz mieszają elementy organiczne z mineralnymi [7].

Stosując gnojówkę, należy zwrócić uwagę na fakt, że stanowi ona rezerwuuar bakterii fekalnych, w tym wielu gatunków chorobotwórczych [9]. W celu obniżenia w niej liczby drobnoustrojów patogennych stosuje się środki odkażające, jak chlor, wapno, jod, preparaty fenolowe i aldehydowe [25].

Celem badań było poznanie wpływu 2 różnych dawek gnojówki bydłowej, nie dezynfekowanej i dezynfekowanej preparatem VG, na wydajność zielonki i liczebność roztoczy (*Acari*), skoczogonków (*Collembolla*) i wazonkowców (*Enchytraeidae*).

2. OPIS TERENU BADAŃ

Badania przeprowadzono na terenie stacji Badawczej Wydziału Zootechnicznego ATR w Bydgoszczy, położonej w Mochelku, która jest jedną z najstarszych rolniczych stacji doświadczalnych w Polsce. Znajduje się ona około 20 km od Bydgoszczy, w kierunku północno-zachodnim, w dorzeczu i zlewni bezpośredniej rzeki Brdy (17°51' długości geograficznej wschodniej i 53°13' szerokości geograficznej północnej).

Klimat Mochelka określa się jako umiarkowanie ciepły, ze średnią roczną temperaturą powietrza 7,6°C. Najchłodniejszym miesiącem jest styczeń (-2,8°C), najcieplejszym lipiec (17,6°C), a okres wegetacyjny liczy 217 dni. Średnia suma roczna opadów atmosferycznych jest niska i wynosi 432 mm. Najwyższe opady występują w czerwcu, lipcu i sierpniu, a najniższe w lutym i marcu, co jest związane z położeniem geograficznym Mochelka w tak zwanym cieniu opadowym, na krawędzi Pojezierza Krajeńskiego, która osłania go od zachodnich i północno-zachodnich wiatrów deszczonośnych [6].

Mochelek leży na równinie płaskiej, a jego gleby należą do płowych typowych, które wykształciły się w klimacie umiarkowanie wilgotnym, z piasków fluwioglacjalnych lub z gliny zwałowej. Przemienny użytek zielony, na którym przeprowadzono doświadczenie, założono na glebie klasy V (ornej słabej) i żytym słabym kompleksie przydatności rolniczej [6]. Analiza składu chemicznego gleby wykazała, że 100 g suchej masy zawierał: 92,7-103,6 mg N, 7,4-16,9 mg NH₄, 2,73-2,94 g C, 93,4-98,2 mg P, 281,3-286,2 mg Ca oraz 60,0-66,1 mg Mg.

Przemienny użytek zielony założono w 1998 r. Skład wysianej mieszanki przedstawiał się następująco: lucerna siewna (*Medicago sativa* L.) – 50%, koniczyna biała (*Trifolium repens* L.) – 10%, koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense* L.) – 10%, kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* Huds.) – 15%, tymotka łąkowa (*Phleum pratense* L.) – 15%. Opis roślinności wykonano metodą Braun-Blanqueta [22] (tab. 1), a nazwy gatunkowe roślin naczyniowych przyjęto za Szaferem i in. [23].

Opisywane powierzchnie charakteryzowało duże podobieństwo pod względem składu gatunkowego i ilościowego, a pokrycie roślin zielnych wynosiło 100%. Najliczniej występowały lucerna siewna (*Medicago sativa* L.) i perz właściwy (*Agropyron repens* (L.) P.B.), natomiast nieliczne były gatunki charakterystyczne dla zbiorowisk łąkowych i chwastów segetalnych. Skład gatunkowy zbiorowisk był ubogi, co uniemożliwiło kwalifikację syntaksonomiczną zbiorowisk [11].

Tabela 1. Florystyczna charakterystyka badanych powierzchni w Mochełku
 Table 1. Floristic analysis of the plots investigated in Mochełek

Wyszczególnienie – Specification	Powierzchnia – Plot						
	0	1	2	3	4	5	6
	Liczba gatunków – Number of species						
	17	11	13	13	14	13	12
Lucerna siewna (<i>Medicago sativa</i> L.)	3.4	3.4	3.4	2.3	2.3	3.4	3.4
Perz właściwy (<i>Agropyron repens</i> (L.) P.B.)	2.4	2.4	2.4	3.4	3.4	2.4	2.4
Rzodkiewnik pospolity (<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.)	+	+	+	+	+	+	+
Bylica pospolita (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	+		+		+		
Tasznik pospolity (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.)	+	+	+	+	+	+	+
Rogownica pospolita (<i>Cerastium vulgatum</i> L.)	+	+	+	+	+	+	+
Komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.)	+						
Przymiotło kanadyjskie (<i>Erigeron canadensis</i> L.)	+	+	+	+	+	+	+
Kostrzewa łąkowa (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	+		+	+	+	+	
Życica trwała (<i>Lolium perenne</i> L.)	+	+	+	+	+	+	+
Krzywoszyj polny (<i>Lycopsis arvensis</i> L.)	+			+	+	+	+
Bniec biały (<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke)	+		+	+	+	+	+
Mniszek pospolity (<i>Taraxacum officinale</i> Web.)	+	+	+	+	+	+	+
Koniczyna łąkowa (<i>Trifolium pratense</i> L.)		+2				+2	+2
Koniczyna biała (<i>Trifolium repens</i> L.)	+3	+3			+3		
Maruna bezwonna (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Schultz-Bip.)		+	+	+			
Fiołek polny (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	+		+	+	+	+	+
Chaber bławatek (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	r						
Ostrożeń polny (<i>Cirsium arvense</i> L.)	r						

Na wszystkich powierzchniach stwierdzono występowanie 19 gatunków roślin naczyniowych; na powierzchniach nawożonych 11-14 gatunków, a na kontrolnej 17. Na opisywanych powierzchniach nie stwierdzono tymotki łąkowej, która stanowiła składnik wysianej mieszanki. Inne gatunki wysianej mieszanki, kostrzewa łąkowa, koniczyna łąkowa i koniczyna biała występowały mało licznie, a na niektórych powierzchniach ich nie stwierdzono.

3. MATERIAŁ I METODY

Na użytku zielonym wyznaczono 7 powierzchni doświadczalnych o wymiarach 4 x 5 m, w tym jedną kontrolną, które oddzielono od siebie 3-metrowymi strefami buforowymi, a w okresie wiosennym zastosowano nawożenie gnojówką bydlęcą w dawce 10 i 20 tys. $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (powierzchnie 1 i 2). W celu przeprowadzenia procesu higienizacji gnojówki zastosowano preparat VG, którego skład przedstawia się następująco: chlorek dwukoordynacyjny dwumetyloamon ($100 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$), diokso-12-etan ($32 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$), dialdehyd glutarowy ($40 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$), aldehyd mrówkowy ($31,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$). Roztwór 2% preparatu działał bakteriobójczo (powierzchnie 3 i 4), a roztwór 1% grzybobójczo (powierzchnie

5 i 6). Gnojówka o odczynie $\text{pH} = 7,4$ zawierała w 1 dm^3 : 16123,5 mg suchej masy i 1296,1 mg N, 327,4 mg NH_4 , 505,4 mg K, 320,3 mg P oraz 49,3 mg Mg.

Wiosną, latem i jesienią w latach 2002-2003 z każdej powierzchni pobrano próby o powierzchni $16,7 \text{ cm}^2$ i wysokości 9 cm, każdorazowo w 10 powtórzeniach. Każdą próbę dzielono na trzy podpoziomy: dolną część runi (R – 3-0 cm) oraz górną (P1 – 0-3 cm) i dolną (P2 – 3-6 cm) warstwę gleby. Próby poddano 7-dniowej ekstrakcji w zmodyfikowanym aparacie Tullgrena. Uzyskane okazy konserwowano, preparowano, a następnie oznaczano. Z ogólnej liczby 1260 prób uzyskano 52881 roztoczy i 5503 skoczogonków. W sezonie jesiennym w podobny sposób pobrano próby gleby w celu określenia liczebności wazonkowców. Z ogólnej liczby 420 prób uzyskano 2713 wazonkowców. Do oceny różnic średniej liczebności wybranych grup mezofauny zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA/MANOVA programu Statistica Pl (1995), stosując test Tukeya, na poziomie istotności $p = 0,05$.

W celu określenia wydajności ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz udziału poszczególnych składników pokarmowych pobrano z poszczególnych powierzchni próby zielonki. Analizy wykonano przy użyciu aparatu InfraAlyzer 450 (Bran & Luebbe) i zastosowaniu spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni (NIRS).

4. WYNIKI BADAŃ

4.1. Wydajność zielonki i zawartość składników pokarmowych

Nawożenie użytku zielonego gnojówką bydlęcą bez dodatku środka dezynfekującego spowodowało wyraźny wzrost wydajności zielonki (tab. 2). Dawka gnojówki $10 \text{ tys. dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ zwiększyła plon zielonki o około 28%, a dawka $20 \text{ tys. dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ o około 56% w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Dodanie do gnojówki preparatu VG spowodowało nieznaczny spadek wydajności zielonki w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Wyjątek stanowiła powierzchnia 5, na której zastosowano niższą dawkę nawozu z dodatkiem 1% środka odkażającego.

Tabela 2. Wydajność ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na rok) zielonki oraz suchej masy z badanych powierzchni
Table 2. Yield ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ per year) of green forage and dry matter from the plots investigated

Wydajność Yield	Powierzchnia – Plot							S_x	V_x
	0	1	2	3	4	5	6		
Zielonka Green forage	36,00	46,20	56,25	33,75	32,25	38,25	27,00	9,79	25,40
Sucha masa Dry matter	10,69	11,79	13,94	9,51	11,52	8,80	12,98	1,82	16,09

Analiza składu zielonki wykazała wysoką zawartość włókna surowego (25,77-29,08%) w suchej masie (tab. 3). Nawożenie nie odkażaną gnojówką bydlęcą spowodowało wyraźny wzrost zawartości białka surowego, przy niższej dawce gnojówki o około 63%, a przy wyższej o około 22% w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Dodanie do wyższej dawki gnojówki 2% preparatu VG oraz do niższej dawki 1% preparatu VG wywołało spadek zawartości tego składnika odpowiednio o 9 i 17%. Nawożenie wyższą

dawką nawozu z 1% dodatkiem odkażającym wywołało niewielki wzrost zawartości białka, podobnie jak na powierzchni 3.

Tabela 3. Skład chemiczny (w %) świeżej (a) i w suchej (b) masie zielonki z badanych powierzchni

Table 3. Chemical composition (%) of fresh (a) and dry (b) matter of green forage from the plots investigated

Składniki pokarmowe Nutrients		Powierzchnia – Plot							S _x	V _x
		0	1	2	3	4	5	6		
Sucha masa Dry matter	a	29,70	25,53	24,79	28,19	35,75	33,94	32,59	4,20	13,96
Popiół surowy Crude ash	a	2,31	2,25	1,92	2,05	2,68	2,59	2,44	0,28	11,88
	b	7,77	8,81	7,75	7,27	7,50	7,63	7,49	0,50	6,45
Białko surowe Crude protein	a	3,40	4,77	3,47	3,87	3,69	3,23	4,05	0,52	13,70
	b	11,45	18,68	14,01	13,73	10,32	9,52	12,42	3,05	23,67
Tłuszcz surowy Crude fat	a	0,66	0,63	0,60	0,64	0,95	0,90	0,81	0,14	19,29
	b	2,22	2,47	2,42	2,27	2,66	2,65	2,49	0,17	6,90
Włókno surowe Crude fibre	a	8,10	6,58	6,99	7,49	9,88	9,87	9,41	1,39	16,66
	b	27,27	25,77	28,20	26,57	27,64	29,08	28,87	1,20	4,35
BNW*	a	15,25	11,31	11,82	14,14	18,55	17,17	15,41	2,64	17,81
N-free extract	b	51,35	44,30	47,68	50,16	51,89	50,59	47,28	2,72	5,56

* BNW – związki bezazotowe wyciągowe

Na wszystkich powierzchniach nawożonych zaobserwowano wzrost zawartości tłuszczu surowego, a dodanie do gnojówki preparatu VG nie wpłynęło na zawartość tego składnika w zielonce. Najwyższą zawartość tłuszczu surowego odnotowano na powierzchni nawożonej dawką gnojówki 20 tys. $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ z 2% środkiem odkażającym. Na powierzchniach nawożonych obniżyła się zawartość BNW.

4.2. Analiza roztoczy, skoczogonków i wazonkowców

Zastosowanie samej gnojówki bydlęcej w wyższej dawce spowodowało nieznaczny wzrost liczebności roztoczy, natomiast dodanie 2% preparatu VG wywołało wyraźny wzrost liczebności przy obu dawkach, a różnice były statystycznie istotne w odniesieniu do powierzchni kontrolnej (tab. 4). Dodanie do nawozu 1% preparatu VG ograniczyło liczebność roztoczy w porównaniu z powierzchnią kontrolną.

Skoczogonki zareagowały wzrostem liczebności na wszystkie dawki gnojówki i środka dezynfekującego, a zmiany liczebności były istotne statystycznie w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Najwyższą liczebność grupa ta osiągnęła na powierzchni nawożonej dawką 20 tys. $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ z dodatkiem 1% VG.

Nawożenie gnojówką bydlęcą bez dodatku 2% VG i z jego dodatkiem wpłynęło korzystnie na liczebność wazonkowców, a różnice były istotne statystycznie w porównaniu z powierzchnią kontrolną, natomiast dodanie do gnojówki 1% VG wyraźnie zredukowało liczebność tej grupy.

Na wszystkich powierzchniach roztocze preferowały dolną warstwę runi. Na polkach nawożonych zamieszkiwało w niej 53-74%, a na powierzchni kontrolnej 75%

populacji wszystkich roztoczy (tab. 5). Natomiast skoczogonki wyraźnie preferowały górną warstwę gleby; na powierzchni kontrolnej żyło w niej 75%, a na nawożonych 81-93% populacji skoczogonków. Nawożenie wywołało wyraźną zmianę w pionowym rozmieszczeniu jedynie wazonkowców. Na powierzchni kontrolnej 20% populacji zamieszkiwało dolną warstwę runi, a na powierzchniach nawożonych procentowy udział wazonkowców w tej warstwie wzrósł do 40-63%.

Tabela 4. Liczebność roztoczy, skoczogonków i wazonkowców (N w tys. osobn. $\cdot$ m⁻²) na badanych powierzchniach

Table 4. Density of mites, springtails and enchytraeids (N in thousand indiv. $\cdot$ m⁻²) in the investigated plots

Grupy – Groups		Powierzchnia – Plot						
		0	1	2	3	4	5	6
<i>Acari</i>	N	67,8	65,1	84,6	95,9* ^A	104,6*	50,5	66,6
	S _x	66,25	49,58	79,39	72,11	75,99	45,29	65,46
	V _x	97,78	76,24	94,20	75,18	72,68	89,66	98,36
<i>Collembola</i>	N	4,4	7,2*	7,7*	9,2*	9,3*	7,2*	9,6*
	S _x	3,94	6,35	6,21	8,04	9,11	6,87	9,12
	V _x	88,59	87,97	80,57	87,22	97,80	95,57	94,55
<i>Enchytraeidae</i>	N	6,1	15,1*	23,2*	13,0*	13,8* ^B	2,7* ^A	7,8 ^B
	S _x	2,37	10,18	7,70	5,66	8,57	2,02	4,48
	V _x	39,21	67,36	33,22	43,51	62,13	73,71	57,45

istotność różnic na poziomie $p = 0,05$ pomiędzy: * powierzchniami 1-6 i 0; ^A powierzchniami 3, 5 i 1; ^B powierzchniami 4, 6 i 2 – significantly different at $p = 0,05$ between: * plots 1-6 and 0; ^A plots 3, 5 and 1; ^B plots 4, 6 and 2

Tabela 5. Pionowe rozmieszczenie roztoczy, skoczogonków i wazonkowców (osobn. na 50 cm³) na badanych powierzchniach

Table 5. Vertical distribution of mites, springtails and enchytraeids (density of individ. for every 50 cm³) in the plots investigated

Grupy – Groups		Powierzchnia – Plot						
		0	1	2	3	4	5	6
<i>Acari</i>	R	84	57	106	90	110	45	70
	P1	24	49	33	66	62	36	37
	P2	3	1	4	3	3	<1	3
<i>Collembola</i>	R	2	1	2	1	1	1	3
	P1	6	11	10	15	13	11	13
	P2	<1	<1	1	<1	1	<1	<1
<i>Enchytraeidae</i>	R	2	15	22	11	15	2	7
	P1	8	9	14	10	7	3	6
	P2	<1	2	2	1	2	<1	1

R – dolna warstwa runi – R – lower part of plants, P1 i P2 – warstwy gleby – P1 and P2 – soil layers

4.3. Liczebność i pionowe rozmieszczenie rzędów roztoczy

Pozytywnie na nawożenie samą gnojówką oraz z dodatkiem 2% preparatu VG zareagowały *Acaridida*, a różnice liczebności były istotne statystycznie w porównaniu z powierzchnią kontrolną (tab. 6). Natomiast dodanie do gnojówki 1% środka odkażającego wywołało spadek liczebności tej grupy. Z kolei *Tarsonemida* wystąpiły liczniej na powierzchniach nawożonych gnojówką z 2% preparatem VG. Na pozostałych ich liczebność była niższa niż na powierzchni kontrolnej. Mniej wyraźnie na nawożenie zareagowała rodzina *Actinedida*.

Tabela 6. Liczebność roztoczy (N w tys. osobn. $\cdot$ m⁻²), liczba gatunków (S) na badanych powierzchniach

Table 6. Density of mites (N in thousand individuals $\cdot$ m⁻²), number of species (S) in the plots investigated

Takson – Taxon		Powierzchnia – Plot						
		0	1	2	3	4	5	6
<i>Acari</i>	N	67,8	65,1	84,6	95,9 ^{*A}	104,6 [*]	50,5	66,6
<i>Acaridida</i>	N	8,4	13,5 [*]	20,9 [*]	15,9 [*]	23,5 [*]	4,0 ^A	5,7 ^B
<i>Actinedida</i>	N	12,2	11,8	20,8 [*]	15,1	16,4	10,5	12,9 ^B
<i>Tarsonemida</i>	N	39,4	19,8 [*]	31,6	45,9 ^A	44,8	19,3 [*]	30,6
<i>Gamasida</i>	N	5,9	6,1	7,1	8,6 [*]	9,9 [*]	4,1	7,9
<i>Oribatida</i>	N	1,9	13,9 [*]	4,2	10,4 [*]	10,0 ^{*B}	12,6 [*]	9,5 ^{*B}
	S	4	5	5	7	9	9	7
<i>Brachychthonius</i> sp.	N	0,6	2,6 [*]	2,4 [*]	7,6 ^{*A}	1,5	0,2 ^A	0,7 ^B
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	N	1,2	10,8 [*]	1,6	2,0 ^A	7,7 ^{*B}	12,2 [*]	8,6 ^{*B}

istotność różnic na poziomie $p = 0,05$ pomiędzy: * powierzchniami 1-6 i 0; ^A powierzchniami 3, 5 i 1; ^B powierzchniami 4, 6 i 2 – Results significantly different at $p = 0.05$ between: *plots 1-6 and 0; ^A plots 3, 5 and 1; ^B plots 4, 6 and 2

Liczebność rzędu *Gamasida* po nawożeniu użytku zielonego gnojówką wzrosła, ale istotne statystycznie różnice liczebności wystąpiły tylko między powierzchnią kontrolną a powierzchniami nawożonymi gnojówką z dodatkiem 2% preparatu VG. Mechowce zareagowały wzrostem liczebności na wszystkich nawożonych powierzchniach, w najwyższym stopniu przy niższej dawce samej gnojówki i z dodatkiem 1% preparatu VG, a różnice były istotne statystycznie w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Reakcję mechowców na nawożenie gnojówką można częściowo wytłumaczyć reakcją gatunku dominującego – *Tectocephus velatus* oraz stosunkowo licznej rodziny *Brachychthoniidae*. *Tectocephus velatus* był wielokrotnie liczniejszy na powierzchniach nawożonych niższą dawką samej gnojówki i z dodatkiem 1% preparatu VG niż na poletku kontrolnym. Niższa dawka gnojówki z dodatkiem 2% preparatu dezynfekcyjnego sprzyjała natomiast rozwojowi rodziny *Brachychthoniidae*.

Na wszystkich badanych powierzchniach roztocze wystąpiły najliczniej w warstwie runi, na co wpłynęła przede wszystkim obecność roztoczy z rzędów *Tarsonemida*, *Acaridida* i *Actinedida* (tab. 7). Na powierzchni kontrolnej w warstwie runi wystąpiło 93% populacji *Tarsonemida*, a na powierzchniach nawożonych ich udział był nieco

niższy. W tej warstwie stwierdzono również większość roztoczy rzędów *Acaridida* (57-73%) i *Actinedida* (44-75%).

Tabela 7. Pionowe rozmieszczenie roztoczy (osobn. na 50 cm³) na badanych powierzchniach
Table 7. Vertical distribution of mites (density of individuals for every 50 cm³) in the plots investigated

Grupa – Group		Powierzchnia – Plot						
		0	1	2	3	4	5	6
<i>Acaridida</i>	R	8	14	25	11	22	4	6
	P1	5	7	8	15	16	3	4
<i>Actinedida</i>	R	12	10	28	11	15	10	11
	P1	7	9	7	13	12	7	9
<i>Tarsonemida</i>	R	61	28	47	65	68	28	45
	P1	3	4	6	11	6	3	5
<i>Gamasida</i>	R	3	3	5	2	4	2	5
	P1	6	7	6	11	12	4	7
<i>Oribatida</i>	R	<1	2	1	1	1	1	3
	P1	3	22	6	16	16	19	12
<i>Acari</i>	R	84	57	106	90	110	45	70
	P1	24	49	33	66	62	36	37
	P2	3	1	4	3	3	<1	3

R – dolna warstwa runi – R – lower sward part, P1 i P2 – warstwy gleby – P1 and P2 – soil layers

Mechowce wystąpiły najliczniej w górnej warstwie gleby (80-100% tego rzędu), zaobserwowano natomiast nieco mniejszy udział *Gamasida* (54-78%). Podobny układ pionowego rozmieszczenia tych grup roztoczy świadczy o istnieniu między nimi związków troficznych. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu nawożenia gnojówką na pionowe rozmieszczenie roztoczy.

4.4. Liczebność i pionowe rozmieszczenie rodzin skoczogonków

Skoczogonki jako grupa zareagowały wzrostem liczebności na wszystkie dawki gnojówki i środka dezynfekującego, a zmiany liczebności były istotne statystycznie w porównaniu z powierzchnią kontrolną (tab. 8). Na nawożenie gnojówką pozytywnie zareagowały rodziny *Lepidocyrtidae* i *Entomobryidae*, a różnice liczebności między powierzchniami nawożonymi a kontrolną były istotne statystycznie. Reakcja innych rodzin na nawożenie gnojówką była mniej wyraźna. Dla przykładu, rodzina *Sminthuridae* wykazała wrażliwość na niższą dawkę gnojówki z 1% preparatem VG, rodzina *Isotomidae* – na preparat VG, a rodzina *Onychiuridae* na wyższą dawkę samej gnojówki.

Skoczogonki wyraźnie preferowały górną warstwę gleby, na co główny wpływ miały rodziny *Entomobryidae*, *Isotomidae*, *Lepidocyrtidae* i *Onychiuridae*, których 70% osobników znajdowało się właśnie w tym poziomie.

Tabela 8. Liczebność skoczogonków (N w tys. osobn.·m²) na badanych powierzchniach
 Table 8. Density of springtails (N in thousand individuals·m²) in the plots investigated

Grupa – Group	Powierzchnia – Plot						
	0	1	2	3	4	5	6
<i>Brachystomellidae</i>	0,5	0,1*	0,2*	0,4 ^A	0,6 ^B	0,7 ^A	2,5* ^B
<i>Entomobryidae</i>	0,5	1,2*	1,3*	1,5*	1,6*	0,8	0,4 ^B
<i>Hypogastruridae</i>	0,9	0,5	0,3*	0,3*	0,5	0,6	1,7* ^B
<i>Isotomidae</i>	0,6	1,8*	2,5*	0,9 ^A	0,5 ^B	0,4 ^A	0,6 ^B
<i>Lepidocyrtidae</i>	0,6	2,0*	2,6*	2,7*	2,4*	1,9*	0,7 ^B
<i>Neanuridae</i>	<0,1	<0,1	<0,1			0,1	0,1* ^B
<i>Onychiuridae</i>	1,1	1,3	0,4*	2,6* ^A	3,2* ^B	2,6* ^A	3,1* ^B
<i>Sminthuridae</i>	0,2	0,3	0,4	0,8* ^A	0,5	0,1	0,5
<i>Collembola</i>	4,4	7,2*	7,7*	9,2*	9,3*	7,2*	9,6*

istotność różnic na poziomie $p = 0,05$ pomiędzy: * powierzchniami 1-6 i 0; ^A powierzchniami 3, 5 i 1; ^B powierzchniami 4, 6 i 2 – significantly different at $p = 0.05$ between: *plots 1-6 and 0; ^A plots 3, 5 and 1; ^B plots 4, 6 and 2

5. DYSKUSJA

Nawożenie jest ważnym czynnikiem wpływającym na plon roślin. Na badanym przemienным użytku zielonym po nawożeniu gnojówką bydlęcą uzyskano wyższą wydajność zielonki: przy dawce 10 tys. dm³·ha⁻¹ o 28%, a przy dawce 20 tys. dm³·ha⁻¹ o 56% w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Na powierzchniach nawożonych wzrosła zawartość białka surowego i tłuszczu surowego w zielonce. Dodanie do gnojówki preparatu VG wywołało spadek plonu zielonki, z wyjątkiem powierzchni nawożonej niższą dawką z dodatkiem 1%VG.

W badanych glebach liczebność roztoczy była niewielka, co jest zgodne z literaturą [24]. Stosunkowo mała liczebność roztoczy, szczególnie mechowców – w glebach rolnych – w porównaniu z glebami leśnymi i łąkowymi jest spowodowana głównie odczynem gleby i tempem przemian materii organicznej. Gleby rolne mają odczyn zbliżony do obojętnego, a rozkład materii organicznej jest szybki, przy dużym udziale bakterii [1], dlatego nie gromadzi się w niej martwa materia organiczna, którą preferują mechowce. Liczebność roztoczy w glebach rolnych jest również ograniczana przez częste zabiegi uprawowe [3, 12, 13].

Nawożenie użytku zielonego gnojówką bydlęcą zwiększyło liczebność wszystkich grup bezkręgowców, zwłaszcza skoczogonków i wazonkowców. Wyraźny wzrost liczebności roztoczy stwierdzono przy wyższej dawce gnojówki, co miało niewątpliwie wpływ na rozkład materii organicznej i wyższy plon zielonki w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Wzrost liczebności roztoczy spowodował również dodatek do gnojówki 2% VG, natomiast efektu tego nie zaobserwowano przy dodaniu 1% VG. Uzyskane wyniki wskazują na to, że redukcja grzybni nie sprzyjała rozwojowi roztoczy, wiele gatunków preferowało dietę grzybową [21]. Wzrost liczebności fauny glebowej pod wpływem gnojowicy stwierdzili również inni autorzy [2, 12, 13].

Zastosowane w badaniach dawki gnojówki bydlęcej wywołały zróżnicowaną reakcję poszczególnych grup roztoczy. Trudno interpretować reakcję roztoczy z rzędów

Acaridida, *Actinedida* i *Tarsonemida*, gdyż część z nich należy do szkodników roślin [4]. Mechowce, będące w większości saprofagami, wystąpiły na przemianym użytku zielonym mało licznie, podobnie jak w uprawie traw [17] i lucerny [16, 18]. Nawożenie gnojówką bydlęcą spowodowało wzrost liczebności mechowców, w największym stopniu przy niższej dawce gnojówki bez i ze środkiem grzybobójczym.

Reakcję mechowców na nawożenie gnojówką można częściowo wytłumaczyć reakcją gatunku dominującego, *Tectocephus velatus* i stosunkowo licznie występujących osobników z rodziny *Brachychthoniidae*. Wspomniany gatunek wystąpił licznie na powierzchni nawożonej niższą dawką samej gnojówki i z dodatkiem 1% VG, był natomiast mało liczny na powierzchni nawożonej tą dawką gnojówki z 2% VG, która sprzyjała także rozwojowi roztoczy z rodziny *Brachychthoniidae*. *Tectocephus velatus* często dominuje w agrocenozach [16, 18], a pozytywny wpływ nawożenia gnojowicą na ten gatunek stwierdziły Bielska i Paszewska na łąkach [2] i Seniczak po nawożeniu NPK młodnika sosnowego [15]. Wydaje się więc, że reakcje grup bezkręgowców na nawożenie powinno się analizować na poziomie gatunków.

Na badanym użytku zielonym zróżnicowanie gatunkowe mechowców było małe, podobne jak w innych uprawach polowych [19, 20], a nawożenie nie wpłynęło wyraźnie na liczbę gatunków. Na powierzchni kontrolnej stwierdzono obecność 4 gatunków, a na poletkach nawożonych od 5 do 9.

Na wszystkich badanych powierzchniach mechowce preferowały dolne części roślin, podobnie jak na łąkach nawożonych [28]. Nawożenie gnojówką nie zmieniło pionowego rozmieszczenia roztoczy.

Preparat VG nie wpłynął na liczebność skoczogonków, natomiast nawożenie gnojówką spowodowało około 2-krotny wzrost ich liczebności. Liczne badania potwierdzają korzystne oddziaływanie gnojówki [5, 8] i gnojowicy [12, 13, 28] na skoczogonki. Nawożenie użytku zielonego gnojówką wpływało na rozwój rodzin *Lepidocyrtidae* i *Entomobryidae*, a preparat VG ograniczał liczebność rodziny *Isotomidae*. Mikłaszewski [12] nie stwierdził wpływu gnojowicy na udział grupowy skoczogonków; na powierzchniach dominowała rodzina *Isotomidae*, mniej liczna była rodzina *Onychiuridae*, a najmniej liczne były *Entomobryidae* i *Sminthuridae*. Zbliżone wyniki uzyskali Trojanowski i Szeptycki [26].

Nawożenie użytku zielonego gnojówką bydlęcą z dodatkiem 2% VG oraz bez tego preparatu spowodowało wyraźny wzrost liczebności wazonkowców, natomiast dodanie do nawozu 1% VG ograniczyło tę liczebność. Korzystny wpływ małych dawek nawożenia mineralnego na liczebność populacji wazonkowców odnotowano także w innych badaniach [10, 14].

Na podstawie uzyskanych wyników trudno wyjaśnić spadek plonu zielonki na powierzchniach nawożonych gnojówką z preparatem VG. Dodanie 2% preparatu wywołało wzrost liczebności roztoczy i skoczogonków, przy jednoczesnym spadku liczebności wazonkowców w porównaniu z powierzchnią nawożoną bez preparatu. W glebach uprawnych, w rozkładzie materii organicznej uczestniczą przede wszystkim bakterie [1], więc dodatek 2% VG mógł ograniczać ich aktywność i zmniejszyć plon zielonki.

Zastosowane nawożenie nie wpłynęło wyraźnie na pionowe rozmieszczenie roztoczy i skoczogonków, ale spowodowało migrację wazonkowców do dolnej warstwy runi.

6. WNIOSKI

1. Nawożenie przemiennego użytku zielonego gnojówką bydlęcą spowodowało wzrost wydajności zielonki i zawartości białka oraz tłuszczu surowego w porównaniu z powierzchnią kontrolną.
2. Roztocze zareagowały wzrostem liczebności na nawożenie wyższą dawką samej gnojówki i obu dawek gnojówki z dodatkiem preparatu bakteriobójczego, efektu tego natomiast nie zaobserwowano przy dodaniu do gnojówki preparatu grzybobójczego.
3. Nawożenie gnojówką bydlęcą spowodowało wzrost liczebności mechowców, głównie *Tectocephus velatus*, w stosunku do powierzchni kontrolnej; największy wpływ stwierdzono przy niższej dawce gnojówki z dodatkiem VG oraz bez tego preparatu.
4. W porównaniu z poletkiem kontrolnym zastosowanie gnojówki bydlęcej wpłynęło na wzrost liczebności *Collembola*.
5. Nawożenie gnojówką z dodatkiem preparatu bakteriobójczego i bez tego dodatku spowodowało wzrost liczebności i biomasy *Enchytraeidae*, a dodanie preparatu grzybobójczego ograniczyło tę liczebność w porównaniu z powierzchnią kontrolną.
6. Zastosowanie gnojówki nie zmieniło pionowego rozmieszczenia roztoczy i skoczogonków w glebie, natomiast wazonkowce na powierzchniach nawożonych preferowały warstwę runi.

LITERATURA

- [1] Bardgett R.D., Cook R., 1988. Functional aspects of soil animal diversity in the agricultural grasslands. *Appl. Soil Ecol.* 10, 263-276.
- [2] Bielska I., Paszewska H., 1995. The Oribatida (*Acari*, *Oribatida*) communities of meadows fertilized and non-fertilized with liquid manure. *Pol. Ecol. Stud.* 21(3), 277-292.
- [3] Boczek J., 1958. Roztocze (*Acarina*) gleby i ich udział w tworzeniu próchnicy. *Post. Nauk Rol.* IOR4(52), 33-41.
- [4] Boczek J., 1966. Roztocze – szkodniki roślin i produktów przechowywanych. PWRiL Warszawa.
- [5] Bolger T., Curry J.P., 1980. Effects of cattle slurry on soil arthropods in grassland. *Pedobiologia* 20, 246-253.
- [6] Borys W., Cwojdzński W., Długosz J., Malczyk P., Skinder Z., Urbanowski S., Żarski J., 1997. Stacja Badawcza Wydziału Rolniczego Akademii Techniczno-Rolniczej w Mochelku. Informator 1997, Legro Inowrocław.
- [7] Burges A., Raw F., 1971. Biologia gleby. PWRiL Warszawa.
- [8] Curry J.P., 1979. The arthropod fauna associated with cattle manure applied as slurry to grassland. *Proc. R. Ir. Acad.* 79 b, 15-27.
- [9] Kluczek J.P., 1986. Aspekty sanitarno-higieniczne ścieków odzwierzęcych. *Prace Wydziału Nauk Przyrodniczych BTN B(33)*, 43-87.

- [10] Makulec G., 1976. The effect of NPK fertilizer on a population of Enchytraeid worms. *Pol. Ecol. Stud.* 2(4), 183-193.
- [11] Matuszkiewicz W., 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN Warszawa.
- [12] Miklaszewski S., 1982a. Zmiany w populacji skoczogonków (*Collembola*) i roztoczy (*Acarina*) w glebie lekkiej pod wpływem gnojowicy. *Zesz. Nauk AR Wrocław, Rolnictwo* 39, 157-165.
- [13] Miklaszewski S., 1982b. Wpływ gnojowicy na populację skoczogonków (*Collembola*) i roztoczy (*Acarina*) w glebie średnio zwięzłej. *Zesz. Nauk AR Wrocław, Rolnictwo* 39, 167-177.
- [14] Nowak E., 1976. The effect of fertilization on Earthworms and other soil macrofauna. *Pol. Ecol. Stud.* 2(4), 195-207.
- [15] Seniczak S., 1985. Wpływ nawożenia mineralnego na roztocze glebowe młodnika sosnowego ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (*Acari*, *Oribatei*). *Prace Kom. Nauk. PTG* 90, 191-197.
- [16] Seniczak S., Górniak G., Kaczmarek S., 1987. Zróżnicowanie akarofauny glebowej (*Acarida*) w wybranych ekosystemach okolic Turwi. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Zootechnika* 15, 123-136.
- [17] Seniczak S., Dąbrowski J., Kaczmarek S., Górniak G., 1991. Wpływ deszczowania na akarofaunę (*Acari*) upraw traw w okolicach Bydgoszczy. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Zootechnika* 22, 167-181.
- [18] Seniczak S., Kaczmarek S., Ratyńska H., Seniczak A., 1997. Roztocze (*Acari*) glebowe strefy ekotonowej, pomiędzy zadrzewieniem śródpolnym a uprawą lucerny, w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Ochr. Środ.* 1, 57-69.
- [19] Seniczak S., Klimek A., Słowikowska M., 1986. Wpływ deszczowania na akarofaunę łąkową ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (*Acarida*, *Oribatida*). *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Zootechnika* 14, 113-126.
- [20] Seniczak S., Kowalska E., 1994. Rozkład przestrzenny roztoczy (*Acari*) w glebie łąkowej w krajobrazie rolniczym okolic Turwi. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Zootechnika* 26, 111-118.
- [21] Schuster R., 1956. Der Anteil der Oribatiden an der Zersetzungsvorgängen in Boden. *Z. Morphol. Ökol. Tiere* 45, 1-33.
- [22] Szafer W., 1959. Szata roślinna Polski. PWN Warszawa.
- [23] Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1988. Rośliny polskie: opisy i klucze do oznaczania wszystkich gatunków roślin naczyniowych rosnących w Polsce bądź dziko, bądź też zdiczałych lub częściej hodowlanych. Cz.1 i 2, PWN Warszawa.
- [24] Tischler W., 1971. Agroekologia. PWRiL Warszawa.
- [25] Traczykowski A., Kluczek J.P., Nowak G., Szejniuk B., 1993. Charakterystyka mikologiczna środowiska hodowlanego w następstwie działania środków dezynfekcyjnych. *Prace Wydziału Nauk Przyrodniczych BTN* B 40, 74-79.
- [26] Trojanowski H., Szeptycki A., 1985. Fauna drobnych bezkręgowców lucerny. II. Apterygota (*Collembola*). *Prac. Nauk. IOR* 28(1), 43-71.

- [27] Wesołowski P., Jankowska-Huflejt H., 2000. Porównanie plonotwórczego działania gnojówki i nawozów mineralnych oraz opłacalności ich stosowania na łąki. Wiad. melior. łąk. 43(2), 87-88.
- [28] 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.

EFFECT OF CATTLE LIQUID MANURE FERTILIZATION ON THE YIELD OF TEMPORARY GRASSLAND AND THE DENSITY OF SOME GROUPS OF MESOFAUNA

Summary

The present study investigates the effect of cattle liquid manure on the yield of green forage and the density of mites (*Acari*), springtails (*Collembola*) and enchytraeids (*Enchytraeidae*) on temporary grassland. The liquid manure dose of 10 thousand $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ increased the green forage yield by about 28%, and the dose of 20 thousand $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ – by about 56%, as compared with the control plot. Adding VG to liquid manure resulted in a slight decrease in the green forage yield. Generally, the fertilization with liquid manure increased the density of mites, especially in plots fertilized with the liquid manure with 2%VG. Similarly, the density of *Oribatida* increased, mostly when applying the dose of 10 $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ without VG and with its 1% solution. *Oribatida* were usually dominated by *Tectocepheus velatus*, which tolerated cattle liquid manure fertilization. Springtails responded with an increase in their density in all the plots fertilized. Fertilization of grassland with liquid manure without VG and with 2%VG resulted in a clear increase in the density of enchytraeids, while adding 1%VG decreased the density, as compared with the control plot. Fertilization with liquid manure did not change the vertical distribution of mites and springtails in soil, however it changed the distribution of enchytraeids, which in the plots fertilized were more abundant on lower parts of plants than in the control plot. Fertilization showed a considerable increase in the vertical distribution of neither mite orders nor springtail families in the soil profile.

Key words: fertilization, liquid manure, grassland, *Acari*, *Collembola*, *Enchytraeidae*