

WYNIKI NAWOŻENIA GNOJÓWKĄ BYDLĘCĄ I NAWOZAMI MINERALNYMI ŁĄKI NA GLEBIE TORFOWO-MURSZOWEJ

Piotr WESOŁOWSKI

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy
w Szczecinie

*Słowa kluczowe: łąka, nawożenie gnojówką bydlęcą, NPK, plony, skład chemiczny i botaniczny siana,
skład chemiczny wód gruntowych*

Streszczenie

Badania realizowano w latach 1998–2001 na łące położonej na glebie torfowo-murszowej we wsi Modrzewie w woj. zachodniopomorskim. Porównywano działanie gnojówki z działaniem nawożenia mineralnego na plonowanie runi łąkowej, skład chemiczny i botaniczny siana oraz skład chemiczny wód gruntowych.

W okresie trwania doświadczenia stwierdzono między innymi, że plony siana z kombinacji, na których stosowano gnojówkę wiosną i po sprzęcie pierwszego pokosu były większe niż z poletek, na których roczną dawkę dzielono na dwie lub trzy równe części w okresie wegetacyjnym. Gnojówka bydlęca wpłynęła dodatnio na zwiększenie zawartości w sianie sodu, magnezu, wapnia i miedzi. Nie wpłynęła ujemnie na jakość wód gruntowych.

WSTĘP

Wzrost cen nawozów mineralnych w Polsce w ostatnich latach spowodował znaczne zmniejszenie ich zużycia do nawożenia użytków rolnych [SAPEK i in., 1998]. W związku z tym rolnicy są znacznie bardziej zainteresowani wykorzystaniem nawozów naturalnych, w tym gnojówki, do nawożenia użytków zielonych. Gnojówka zawiera głównie azot i potas, fosforu natomiast stosunkowo mało [KOC, 1994]. W literaturze łąkarskiej jest mało opracowań na temat nawożenia gnojówką użytków zielonych [BOGUSZEWSKI, MAĆKOWIAK, 1964; OSTROWSKI, 1986].

Adres do korespondencji: prof. dr hab. P. Wesołowski, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy
IMUZ w Szczecinie, ul. Czesława 9, 71-504 Szczecin; tel. +48 (91) 423 19 08

W hipotezie badawczej założono, że stosowanie gnojówki do nawożenia łąk na glebach torfowych może być równie przydatne, jak na glebach mineralnych. Aby zmniejszyć ryzyko zachwaszczania się runi łąkowej gatunkami potasolubnymi oraz przenikania azotu i potasu do wód gruntowych, przyjęto że gnojówkę można stosować w dwóch, a nawet trzech terminach w okresie wegetacji.

Celem badań było porównanie wpływu gnojówki bydłowej, stosowanej w różnych terminach z uzupełniającym nawożeniem fosforowym, oraz wpływu nawożenia NPK na produktywność łąki położonej na glebie torfowo-murszowej, skład chemiczny i botaniczny siana oraz skład chemiczny wód gruntowych.

ZAKRES I METODY BADAŃ

Doświadczenie ściśle założono wiosną 1998 r. na nowo zagospodarowanej łące (dwuletniej), położonej na glebie MtlIbb we wsi Modrzewie w województwie zachodniopomorskim, w sześciu kombinacjach i czterech powtórzeniach. W doświadczeniu uwzględniono następujące kombinacje:

1. łąka bez nawożenia – „0”,
2. NPK – N – 80; P – 30,5; K – 132,8 kg·ha⁻¹,
3. gnojówka bydła 20 m³·ha⁻¹ wiosną + 21,8 kg P·ha⁻¹,
4. gnojówka 20 m³·ha⁻¹ po I pokosie + 21,8 kg P·ha⁻¹,
5. gnojówka 20 m³·ha⁻¹ z podziałem na dwie równe części: wiosną i po I pokosie + 21,8 P·ha⁻¹,
6. gnojówka 20 m³·ha⁻¹ z podziałem na trzy równe części: wiosną, po I i II pokosie + 21,8 kg P·ha⁻¹.

Powierzchnia poletek do zbioru plonów wynosiła 20 m² (4 × 5 m). Gnojówkę bydłą stosowano na doświadczeniu każdorazowo w ilości 20 m³·ha⁻¹. Zawierała ona średnio: azotu – 4,2 g N·kg⁻¹, potasu – 6,6 g K·kg⁻¹ i fosforu – 0,3 g P·kg⁻¹. Skład chemiczny gnojówki we wszystkich terminach jej stosowania w doświadczeniu był zbliżony. Gnojówkę gromadzono w szczelnym zbiorniku przez okres pięciu-sześciu miesięcy. Roczny dawkę gnojówki uzupełniano wiosną dodatkiem superfosfatu w ilości 21,8 kg P·ha⁻¹ w celu zrównoważenia ilości fosforu stosowanego na kombinacji drugiej (NPK). Gnojówkę stosowano w terminach: wiosną (pierwsza dekada kwietnia) w rozcieńczeniu wodą 1:0,5, a latem (pierwsza dekada czerwca i trzecia dekada lipca) w rozcieńczeniu 1:1. Na poletkach nawożonych NPK azot stosowano w dwóch równych dawkach: wiosną i po pierwszym pokosie, fosfor wiosną w jednej dawce, a potas w trzech równych częściach: wiosną, po I i II pokosie.

Plony siana obliczano z trzech pokosów, ważąc plony zielonej masy i określając współczynniki wysychania w jednokilogramowych próbkach zielonki. Skład botaniczny runi określano na podstawie analiz botaniczno-wagowych próbek

z pierwszego pokosu. W celu określenia składu chemicznego siana z każdego pokosu pobierano również oddzielnie próbki roślinności łąkowej.

Azot ogólny oznaczano metodą Kjeldahla, fosfor – metodą kolorymetryczną za pomocą autoanalizera TECHNICON, zawartość wapnia, magnezu i miedzi – metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej, a potas i sód – metodą spektroskopii emisyjnej.

Każdego roku po zbiorze pierwszego i trzeciego pokosu pobierano z odkrywek glebowych (studzienek) na każdej kombinacji próbki wód gruntowych (średnie z czterech powtórzeń), w których oznaczano zawartość składników chemicznych, wykorzystując fotometr LF 205 i odczynniki firmy SLANDI.

WARUNKI SIEDLISKOWE I METEOROLOGICZNE

Obiekt łąkowy, na którym założono doświadczenie, jest położony nad rzeką Ina i Zalewem Szczecińskim w gminie Goleniów. Po raz pierwszy odwodniono go w końcu XIX w., obecnie jest odwadniany za pomocą stacji pomp. W latach 1948–1949 odnowiono sieć melioracyjną i łąki powtórnie zagospodarowano. Wiosną 1995 r. zdegradowane łąki ponownie zagospodarowano metodą pełnej uprawy. Wysiano standardową mieszankę traw z domieszką koniczyny białoróżowej (*Trifolium hybridum* L.).

Przed założeniem doświadczenia, wiosną 1998 r. w runi łąkowej dominowała: kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.) ze znacznym udziałem kłosówki wełnistej (*Holcus lanatus* L.), tomki wonnej (*Anthoxanthum odoratum* L.) i wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.).

Doświadczenie założono w siedlisku umiarkowanie wilgotnym, ograniczającym mineralizację substancji organicznej. Gleba torfowo-murszowa była uboga w składniki mineralne z wyjątkiem wapnia, w warstwie 0–20 cm zawierała średnio (w przeliczeniu na czysty składnik): azotu ogólnego – 2,0; fosforu – 0,2; potasu – 0,1; magnezu – 0,2; wapnia – 9,6; manganu – 0,17 i miedzi – 0,019 g·kg⁻¹. Wartość pH w KCl wynosiła 5,4.

Mała zawartość składników mineralnych w glebie była spowodowana między innymi dwukośnym użytkowaniem obiektu łąkowego, bez nawożenia, zarówno przed jego zagospodarowaniem w 1995 r., jak również dwa lata po jego zagospodarowaniu. W związku z tym w siedlisku łąkowym przed założeniem doświadczenia w 1995 r. występowały głównie mało wartościowe trawy, w tym tomka wonna (*Anthoxanthum odoratum* L.).

Poziom wody gruntowej w okresach wiosennych (w latach 1998–2001) wynosił średnio 52–59 cm, natomiast w miesiącach letnich obniżał się do 67–81 cm poniżej terenu. Dzięki dobremu podsiąkowi kapilarnemu wody z niższych warstw torfu warstwa korzeniowa gleby nie przesycała, nawet gdy poziom wody gruntowej obniżał się do 81 cm.

Warunki atmosferyczne w okresie badań na ogół były korzystne dla wzrostu i rozwoju roślinności łąkowej. Średnie opady atmosferyczne w okresie wielolecia 1956–1982 według notowań stacji meteorologicznej Szczecin-Dąbie w okresach wegetacyjnych wynosiły 361 mm, średnia temperatura powietrza 13,3°C, a wilgotność powietrza 75–90%. W okresie trwania doświadczenia (1998–2001) nie odnotowano przymrozków wiosennych. W 1998 r. w okresie wegetacji wystąpiły dość duże opady (432 mm). Zbliżoną ilość opadów w okresie wegetacji zanotowano również w 2001 r. W 2001 r. (w miesiącach kwiecień-maj) występowały chłodne wiatry, które ujemnie wpłynęły na plony runi łąkowej w pierwszym pokosie. W latach 1999–2000 w okresach wegetacyjnych zanotowano mniejszą ilość opadów atmosferycznych (odpowiednio 343 mm w 1999 r. i 374 mm w 2000 r.). Średnio temperatura powietrza w tych latach wynosiła 14,2–14,3°C.

WYNIKI BADAŃ

PLONY SIANA

Średnie roczne plony siana (z lat 1998–2001) z poszczególnych kombinacji nawozowych były zróżnicowane (tab. 1). Na kombinacji z nawożeniem mineralnym (NPK) uzyskano istotnie największe średnie plony siana – średnio 7,38 t·ha⁻¹. Na kombinacjach nawożonych z gnojówką bydlęcą średnie plony siana były mniejsze. Większe plony siana uzyskano z poletek, na których stosowano jednorazowo dawkę gnojówki 20 m³·ha⁻¹: wiosną – średnio 5,60 t·ha⁻¹, po sprzęcie pierwszego pokosu 5,49 t·ha⁻¹. Nieco mniejsze średnie plony siana uzyskano na kombinacjach, na których roczną dawkę gnojówki dzielono na dwie (4,93 t·ha⁻¹) lub na trzy (4,73 t·ha⁻¹) równe części. Średnie plony z kombinacji nawożonych gnojówką bydlęcą były prawie dwukrotnie większe od plonów z łąki nienawożonej. Świadczy to o plonotwórczym działaniu gnojówki, co potwierdza również MORACZEWSKI [1996] i inni autorzy. W pierwszych dwóch latach stosowania gnojówki (1998–1999) nie stwierdzono istotnych różnic w plonach siana. W latach 2000 i 2001 stwierdzono istotne różnice w plonach siana między wariantem trzecim a piątym, a w 2001 r. – także między czwartym i szóstym. Na wszystkich kombinacjach nawożonych gnojówką w pierwszych dwóch latach badań (1998–1999) uzyskano mniejsze plony siana niż w dwóch ostatnich (2000–2001). Zwiększenie plonów w miarę wydłużania się okresu nawożenia gnojówką może świadczyć o następczym działaniu gnojówki bydlęcej.

Roczne dawki azotu w gnojówce na 1 ha łąki nie przekraczały przyjętych norm 170 kg N·ha⁻¹ [Ustawa ..., 2000; Zalecenia ..., 1992].

SKŁAD CHEMICZNY SIANA

Białko ogólne. Stwierdzono istotny wpływ zarówno nawożenia mineralnego (NPK), jak też gnojówki z uzupełniającym nawożeniem fosforowym na zawartość białka w sianie w każdym z trzech pokosów (tab. 2). Najuboższe w białko było siano z kombinacji pierwszej – bez nawożenia. Również stosunkowo mało zawartość białka ($160 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) zawierało siano z pierwszego pokosu z kombinacji czwartej, gdzie wiosną nie stosowano gnojówki, oraz siano z trzeciego pokosu z kombinacji szóstej, w której gnojówkę dzielono na trzy dawki. Nawożenie gnojówką

Tabela 2. Zawartość białka ogólnego i składników mineralnych w sianie, średnie z czterech lat (1998–2001) m. Modrzewie

Table 2. Total protein content and mineral components in hay, mean values from the years 1998–2001 (Modrzewie)

Składnik Component	Pokos Cut	Zawartość na kombinacji Content in the variant					
		1	2	3	4	5	6
Białko ogólne Total protein	I	143,0	210,0	210,0	160,0	189,0	180,0
	II	131,0	187,0	196,0	190,0	183,0	170,0
	III	120,0	179,0	181,0	183,0	171,0	160,0
P (fosfor) Phosphorus	I	2,2	3,5	2,8	2,5	2,7	2,6
	II	2,1	2,8	2,4	2,6	2,5	2,4
	III	2,0	2,6	2,3	2,6	2,4	2,2
K (potas) Potassium	I	5,4	12,0	11,8	6,4	11,0	8,6
	II	4,6	10,9	11,3	12,6	9,5	7,6
	III	5,1	10,8	9,9	10,0	8,0	7,3
Na (sód) Sodium	I	1,0	0,7	1,2	1,7	1,5	1,7
	II	1,2	1,3	1,8	1,5	1,2	1,7
	III	1,0	1,1	2,0	2,1	2,1	1,7
Ca (wapń) Calcium	I	3,1	3,7	4,5	4,1	4,2	3,9
	II	3,0	4,2	6,3	7,8	7,1	6,5
	III	4,5	5,5	7,5	8,7	8,1	7,6
Mg (magnez) Magnesium	I	2,0	2,0	2,4	2,3	2,3	2,1
	II	2,8	2,4	3,5	3,1	3,1	3,3
	III	2,9	2,3	3,7	3,6	3,8	3,5
Cu (miedź) Copper	I	3,3	3,8	5,8	4,5	4,6	3,8
	II	4,4	4,5	5,9	5,5	4,8	5,2
	III	4,7	5,0	7,7	7,0	7,9	6,6

Objaśnienia: zawartość białka, fosforu, potasu, sodu i magnezu podano w $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., a miedzi w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.

Warianty nawozowe jak w tabeli 1.

Explanations: Content of protein, phosphorus, potassium, sodium and magnesium is given in $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ dry wt.; copper content in $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ dry wt.

Treatments as in Table 1.

w większości przypadków zwiększało zawartość białka ogólnego w sianie do 170–210 g·kg⁻¹ suchej masy. Było to najbardziej widoczne w pierwszym pokosie z kombinacji trzeciej, gdzie całą roczną dawkę gnojówki zastosowano wiosną pod pierwszy pokos. Podobną ilość białka zawierało siano z pierwszego pokosu kombinacji drugiej, nawożonej NPK.

Fosfor. Zawartość fosforu w sianie, podobnie jak białka, była najmniejsza z poletek nienawożonych, a największa z kombinacji nawożonej formą mineralną (mieściła się w granicach optymalnych 2,6–3,5 g P·kg⁻¹ s.m.). Na kombinacjach nawożonych gnojówką zawartość fosforu w sianie mieściła się w granicach 2,2–2,8 g P·kg⁻¹ s.m.

Potas. Zawartość potasu w sianie ze wszystkich kombinacji nawożonych mieściła się w przedziale 7,3–12,0 g K·kg⁻¹ s.m. Największą zawartość tego składnika w sianie stwierdzono na kombinacji nawożonej NPK i kombinacji trzeciej, na której stosowano gnojówkę jednorazowo wiosną. Uzyskane wyniki nie wskazują jednak na nadmierne gromadzenie się potasu w roślinach pod wpływem nawożenia gnojówką, co w literaturze łąkarskiej jest sygnalizowane przez wielu autorów [KLAPP, 1962; OSTROWSKI, 1986]. Zjawisko to mogłoby wystąpić, gdyby ilość tego składnika w gnojówce była duża – większa niż w kombinacji z nawożeniem mineralnym.

Sód. Siano z poletek nawożonych gnojówką zawierało największą zawartość sodu 1,2–2,1 g Na·kg⁻¹ s.m. (tab. 2), a więc w granicach przyjętych norm (1,0–2,0). Na poletkach nawożonych NPK zawartość omawianego składnika była mniejsza i mieściła się w granicach 0,7–1,3 g Na·kg⁻¹ s.m. Stosowanie gnojówki bydłowej bardziej przyczyniało się do zwiększenia zawartości sodu w sianie.

Wapń. Zawartość wapnia w sianie była mała, poniżej wartości granicznych, wynosiła ona 9,0–13,0 g Ca·kg⁻¹ s.m. (tab. 2). W sianie z wszystkich kombinacji nawożonych gnojówką stwierdzono większą zawartość wapnia – 3,9–8,7 g Ca·kg⁻¹ s.m., a wyraźnie mniejszą – 3,0–5,5 g Ca·kg⁻¹ s.m. na kombinacji bez nawożenia „0” i na kombinacji nawożonej NPK.

Magnez. Więcej magnezu zawierało siano z kombinacji nawożonych gnojówką, średnio 2,1–3,8 g Mg·kg⁻¹ s.m.; mniej natomiast siano z łąki nienawożonej i z poletek, na których stosowano nawożenie mineralne (NPK) – 2,0–2,9 g Mg·kg⁻¹ s.m., a więc poniżej przyjętej górnej wartości granicznej wynoszącej 2,0–4,0 g Mg·kg⁻¹ s.m.

Miedź. Zawartość miedzi w sianie na ogół była zróżnicowana, większa w sianie z poletek nawożonych gnojówką, a mniejsza z poletek nawożonych NPK. Siano z pierwszego pokosu zawierało na ogół mało miedzi, poniżej 5,0 mg·kg⁻¹. Zawartość miedzi w sianie z drugiego i trzeciego pokosu była większa, zbliżona do wartości granicznych, wynoszących 5,0–10,0 mg·kg⁻¹.

Stosowanie gnojówki bydłowej na łące doświadczalnej stymulowało zawartość sodu, wapnia, magnezu i miedzi w sianie.

SKŁAD FLORYSTYCZNY RUNI ŁĄKOWEJ

W pierwszym roku trwania doświadczenia (1998) nie stwierdzono wyraźnych zmian w składzie florystycznym runi łąkowej w wyniku nawożenia mineralnego NPK i gnojówki z dodatkiem superfosfatu (tab. 3). W kombinacjach nawożonych zarysowały się tylko tendencje do zwiększania udziału w runi wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.), tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.) oraz kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.). Na poletkach nienawożonych udział tych gatunków traw był nieco mniejszy, przeważały tam trawy mało wartościowe, jak: kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), kłosówka wełnista (*Holcus lanatus* L.), tomka wonna (*Anthoxanthum odoratum* L.) i śmiałek darniowy (*Deschampsia caespitosa* L. P.B.). Łącznie udział tych gatunków wynosił około 63%, a ziół i chwastów – około 19%.

W czwartym roku badań (2001) zmiany w składzie runi łąkowej na łące nawożonej gnojówką były już większe (wyraźne już w trzecim roku badań – 2000, w którym prawie całkowicie ustąpiły z runi łąkowej tomka wonna (*Anthoxanthum odoratum* L.) oraz rośliny motylkowate). W 2001 r. w runi dominowały: kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), tymotka łąkowa (*Phleum pratense* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) i kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.). Również wycyznec łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.) zwiększył swój udział z 2 do nawet 9%. Na kombinacji z nawożeniem mineralnym (NPK) dominowała kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.) – 30%, a wycyznec łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.) zwiększył swój udział do 10%. Udział tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.) w runi był większy o 6,0–9,5% na łące nawożonej gnojówką niż na poletkach z NPK. Można zakładać, że nawożenie gnojówką łąki na glebie torfowej sprzyja rozwojowi tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.) w runi. Jest to cenna informacja, gdyż liczne dane z literatury potwierdzają jej ustępowanie pod wpływem nawożenia mineralnego na łąkach położonych na glebach torfowo-murszowych. Na łące nienawożonej, począwszy od trzeciego roku badań zaczęły szybko zanikać: kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), tymotka łąkowa (*Phleum pratense* L.) i wycyznec łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.). W czwartym roku badań ustąpiły one całkowicie. Nawożenie NPK i gnojówką stymulowało rozwój azotolubnych gatunków traw wysokich, a tym samym ograniczało udział roślin motylkowatych aż do ich zaniku. Rośliny motylkowate ustąpiły także całkowicie z poletek nienawożonych. Udział ziół i chwastów w runi łąkowej na łące nawożonej gnojówką w czwartym roku badań wynosił od 9,4 do 12,4%, był zatem mniejszy niż na łące nienawożonej (14,6%) i na poletkach nawożonych NPK (16,1%). Wyniki te nie potwierdzają poglądu o ujemnych skutkach nawożenia gnojówką bydłą i zwiększenie zachwaszczenia łąk torfowo-murszowych gatunkami azoto- i potasolubnymi.

SKŁAD CHEMICZNY WÓD GRUNTOWYCH

Wyniki analiz chemicznych wody gruntowej (tab. 4) porównywano z liczbami granicznymi ustalonych dla wody do picia i na potrzeby gospodarcze [Rozporządzenie ..., 2000]. Stwierdzono, że na kombinacjach nawożonych gnojówką zawartość składników chemicznych w wodzie gruntowej po zbiorze pierwszego pokosu była większa niż w wodzie z kombinacji nawożonej NPK i z kombinacji bez nawożenia. Większą zawartość składników w wodzie po zbiorze I pokosu zanotowano na poletkach nawożonych gnojówką w dawce $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ wiosną pod odrost pierwszego pokosu, a mniejszą w wodzie z kombinacji, na których dawkę gnojówki $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ dzielono na dwie i trzy równe części. Średnia ilość azotu azotanowego N-NO_3 w wodzie z kombinacji nawożonych gnojówką po zbiorze I pokosu i NPK mieściła się w granicach $1,58\text{--}3,79 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ i była mniejsza od zawartości dopuszczalnej przewidzianej w rozporządzeniu, a wynoszącej $11,3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$. Zawartość azotu amonowego N-NH_4 w wodzie gruntowej badanej w tym okresie była zbliżona do wartości granicznej, równej $0,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$, i wynosiła na kombinacjach nawożonych w granicach $0,21\text{--}0,42 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$. W wodzie gruntowej ze studzienek kontrolnych na poletkach nawożonych gnojówką i NPK stwierdzono również bardzo małą zawartość potasu oraz fosforu. Średnia zawartość fosforu w wodzie z kombinacji nawożonych mieściła się w granicach $0,03\text{--}0,07 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$, a więc poniżej zawartości dopuszczalnej, wynoszącej $2,2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$.

Tabela 4. Skład chemiczny wód gruntowych, średnie z lat 1998–2001

Table 4. Chemical composition of ground water, mean for the years 1998–2001

Kombinacja nawozowa ¹⁾ Treatment ¹⁾	Zawartość, $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ Concentration, $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$							
	N-NO ₃		N-NH ₄		P		K	
	po I pokosie after I cut	po II pokosie after II cut	po I pokosie after I cut	po II pokosie after II cut	po I pokosie after I cut	po II pokosie after II cut	po I pokosie after I cut	po II pokosie after II cut
1	1,31	1,17	0,28	0,24	0,05	0,02	2,3	2,0
2	3,79	1,84	0,34	0,42	0,06	0,04	5,9	3,7
3	3,67	0,46	0,47	0,34	0,05	0,02	9,0	2,9
4	2,06	0,76	0,29	0,41	0,03	0,04	5,4	2,4
5	3,00	0,80	0,43	0,26	0,07	0,02	5,2	2,6
6	1,58	0,82	0,40	0,21	0,07	0,03	2,8	2,9
Rów odwad- niający Draining ditch	0,74	0,23	0,15	0,08	0,05	0,02	1,7	2,3

¹⁾ Kombinacje nawozowe jak w tabeli 1.

¹⁾ Treatments as in Table 1.

Nawożenie gnojówką bydlęcą nie wpłynęło ujemnie na jakość wody gruntowej badanej po zbiorze pierwszego pokosu.

Zawartość składników mineralnych w wodzie gruntowej po zbiorze trzeciego pokosu była wyraźnie mniejsza niż po pierwszym pokosie. Dotyczy to głównie azotu azotanowego, fosforu i potasu. Stwierdzona zawartość tych składników była mniejsza od przyjętych wartości granicznych. Zawartość azotu azotanowego w wodzie gruntowej z poletek nawożonych gnojówką, na których stosowano dawkę $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ po pierwszym pokosie oraz z podziałem tej dawki na dwie lub trzy części, była mała – od 0,46 do 0,82 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Zawartość N-NO₃ w wodzie z kombinacji nawożonej NPK była nieco większa i wynosiła 1,84 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$.

Średnia zawartość azotu amonowego N-NH₄ w wodzie gruntowej po zbiorze trzeciego pokosu była zróżnicowana. Najmniejszą zawartość N-NH₄, wynoszącą 0,21–0,26 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, stwierdzono w wodzie z kombinacji, na których stosowano gnojówkę w dawce rocznej $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ z podziałem na dwie lub trzy równe części. Większą zawartość azotu amonowego N-NH₄ stwierdzono w wodzie z poletek, na których stosowano dawkę gnojówki jednorazowo ($20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) wiosną lub po sprzęcie I pokosu, średnio od 0,34 do 0,41 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, również poniżej wartości granicznej równej 0,5 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$.

Powyższe dane wskazują, że stosowanie co roku przez cztery lata jednorazowo gnojówki bydlęcej w ilości $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ lub z podziałem na dwie lub trzy równe części pod kolejne odrosty roślinności łąkowej na glebie torfowo-murszowej nie wpłynęło ujemnie na jakość wody gruntowej. Wyniki te można uznać za interesujące. Powinny być wskazówką do następnych badań, uwzględniających wielostronne aspekty wykorzystania płynnych i stałych nawozów organicznych do nawożenia łąk torfowo-murszowych w celu ograniczenia ryzyka skażenia wód gruntowych biogenami.

WNIOSKI

1. Największe średnie plony siana uzyskano pod wpływem nawożenia mineralnego NPK. Nawożenie łąk gnojówką bydlęcą wpłynęło dodatnio na zwyżkę plonów siana. Były one średnio dwukrotnie większe od plonów z łąki nienawożonej, co dowodzi plonotwórczego działania gnojówki. Ponadto uzyskane plony wskazują, że działanie plonotwórcze składników gnojówki jest nieco słabsze niż tej samej ilości składników w postaci nawozów mineralnych.

2. Większe średnie plony siana uzyskano, stosując gnojówkę na łąkę jednorazowo wiosną lub po zbiorze pierwszego pokosu, niż dzieląc roczną dawkę $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ na dwie lub trzy części w okresie wegetacyjnym.

3. Gnojówka bydlęca bardziej stymulowała zwiększenie zawartości sodu, wapnia, magnezu i miedzi w sianie w porównaniu ze stosowanym wyłącznie nawożeniem mineralnym NPK.

4. Nawożenie łąk gnojówką w okresach wegetacyjnych wpłynęło dodatnio na zwiększenie i trwałość udziału w runi łąkowej wartościowych gatunków traw, jak: kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.), tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.), wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.), wyczyńca łąkowego (*Alopecurus pratensis* L.) i kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.). Na badanej łące nie zauważono stymulującego wpływu gnojówki bydlęcej na utrzymywanie się roślin motylkowatych w runi.

5. Zmiany w składzie botanicznym runi łąkowej po czteroletnim nawożeniu gnojówką wpłynęły pozytywnie na bioróżnorodność florystyczną roślinności. Wyniki wskazują na możliwość wykorzystania gnojówki do nieinwestycyjnego odnawiania łąk.

6. Uzyskane średnie zawartości składników chemicznych w badanych wodach gruntowych z kombinacji nawożonych gnojówką nie przekraczały granicznych wartości norm dla wody na potrzeby gospodarcze. Stosowana gnojówka bydlęca w doświadczeniu nie wpłynęła ujemnie na jakość wód gruntowych.

Niniejszy temat został sfinansowany przez Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych Województwa Zachodniopomorskiego. ZOB IMUZ w Szczecinie oraz autor artykułu serdecznie dziękują Panu Dyrektorowi Zarządu, Mgr. Zygmuntowi Mostowskiemu, a także rolnikowi, Panu Januszowi Bakanowi, za pomoc w jego realizacji.

LITERATURA

- BOGUSZEWSKI W., MAĆKOWIAK CZ., 1964. Nawożenie gnojówką trwałych użytków zielonych. Pam. Puł. Pr. IUNG z. 14 s. 71–80.
- KLAPP E., 1962. Łąki i pastwiska. Warszawa: PWRiL s. 159–193.
- KOC K., 1994. Zasady rolniczego wykorzystania gnojówki i wody gnojowej z uwzględnieniem wymogów ochrony środowiska. Ostrołęka: ODR s. 3–20.
- MORACZEWSKI R., 1996. Łąki i pastwiska w gospodarstwie rolnym. Warszawa: Fundacja Rozwój SGGW ss. 220.
- OSTROWSKI R., 1986. Próba częściowego i całkowitego zastąpienia nawożenia mineralnego gnojowicą i gnojówką bydlęcą na deszczowanym pastwisku. W: Wykorzystanie gnojowicy do celów nawozowych. VII Konf. Nauk.-Tech. Kołbac 16-17.01.1984. Kraków: IZ s. 82–89.
- SAPEK A., SAPEK B., PIETRZAK S., NAWALANY P., 1998. Zużycie nawozów mineralnych i rozproszenie składników nawozowych do środowiska w Polsce. W: Obieg i bilans azotu w rolnictwie polskim. Materiały informacyjne na międzynarodową konferencję. Falenty 1–2 grudnia 1998. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 23.
- SZYMBORSKA H., 1973. Zawartość makro- i mikroelementów w sianach łąkowych. Wiad. IMUZ t. 11 z. 4 s. 233–255.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 października 2000 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, woda w kąpieliskach, oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej. Dz.U. 2000 nr 82 poz. 937.
- Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 26 lipca 2000 r. Dz.U. 2000 nr 89 poz. 991.

Zalecenia Helcomu 13/9 przyjęte w dniu 6 lutego 1992 r. w związku z art. 13 § b. Ograniczenie wy-
mywania azotu, głównie azotanów, z użytków rolnych. <http://www.rzgw.gda.pl/wspolpraca3.html> strona z 10.11.2001.

Piotr WESOŁOWSKI

**THE EFFECTS OF CATTLE LIQUID MANURE AND MINERAL FERTILIZATION
OF A MEADOW LOCATED ON THE PEAT-MOORSH SOIL**

Key words: meadow, cattle liquid manure fertilization, NPK, yield, chemical and botanical composition of hay, nutrient content in groundwater

S u m m a r y

The study was carried out on a meadow on the peat-moorsh soil in the village of Modrzewie in Zachodniopomorskie voivodship in the years 1998–2001. The effect of liquid manure and of mineral fertilization on meadow yielding, chemical and botanical composition of hay was compared. Hay yield from liquid manure application in spring and after the first cut was higher than that from liquid manure treatment in two or three doses during the vegetation period. Cattle liquid manure increased sodium, calcium, magnesium and copper content in hay and did not affect ground water quality.

Recenzenci:

prof. dr hab. Roman Moraczewski

doc. dr hab. Romuald Ostrowski

Praca wpłynęła do Redakcji 03.09.2002 r.

Tabela 1. Plony siana z lat 1998–2001 (m. Modrzewie), t·ha⁻¹

Table 1. Hay yield, mean values from the years 1998–2001 (Modrzewie), t·ha⁻¹

Warianty nawozowe Treatments	Plony w latach Yield in the years					Zwyżka plonów pod wpływem nawożenia Yield increase
	1998	1999	2000	2001	średnio 1998–2001 average 1998–2001	
Łąka bez nawożenia „0” Meadow without fertilizer „0”	2,93	1,92	2,11	1,97	2,23	–
NPK	6,81	4,72	9,40	8,61	7,38	5,15
Gnojówka bydlęca 20 m ³ ·ha ⁻¹ wiosną + 21,8 kg P·ha ⁻¹ Liquid manure 20 m ³ ·ha ⁻¹ in spring + 21,8 kg P·ha ⁻¹	4,21	4,34	7,69	6,18	5,60	3,37
Gnojówka 20 m ³ ·ha ⁻¹ po I pokosie + 21,8 kg P·ha ⁻¹ Liquid manure 20 m ³ ·ha ⁻¹ after I cut + 21,8 kg P·ha ⁻¹	4,12	4,20	7,00	6,64	5,49	3,26
Gnojówka 20 m ³ ·ha ⁻¹ z podziałem na dwie równe części: wiosną i po I pokosie + 21,8 kg P·ha ⁻¹ Liquid manure 20 m ³ ·ha ⁻¹ in two doses in spring and after I cut + 21,8 kg P·ha ⁻¹	3,82	3,55	6,67	5,69	4,93	2,70
Gnojówka 20 m ³ ·ha ⁻¹ z podziałem na trzy równe części: wiosną, po I pokosie i po II pokosie + 21,8 kg P·ha ⁻¹ Liquid manure 20 m ³ ·ha ⁻¹ in three doses on spring and after I and II cut + 21,8 kg P·ha ⁻¹	3,50	3,63	6,73	5,09	4,73	2,50
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,91	0,79	0,99	0,96	1,08	–

Tabela 3. Udział poszczególnych gatunków w plonie I pokosu w latach 1998–2001, %

Table 3. Percent contribution of particular species to the total yield of the first cut in the years 1998–2001

Gatunek Species	Udział na kombinacjach nawozowych Contribution in treatments											
	1		2		3		4		5		6	
	1998	2001	1998	2001	1998	2001	1998	2001	1998	2001	1998	2001
Trawy Grasses												
<i>Festuca rubra</i> L.	27,0	35,2	25,0	15,0	24,2	15,2	20,0	16,0	18,2	20,2	25,0	24,0
<i>Holcus lanatus</i> L.	13,5	17,0	10,2	–	5,0	2,3	5,0	4,0	11,0	6,7	9,8	5,8
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	13,0	8,2	5,0	–	7,3	–	10,6	–	10,0	–	6,2	–
<i>Deschampsia caespitosa</i> L.	9,3	15,0	5,0	2,2	5,4	3,0	5,0	1,8	3,3	4,1	7,0	3,3
<i>Poa pratensis</i> L.	9,2	10,0	25,7	21,1	25,0	22,1	31,2	23,0	26,1	27,0	26,8	26,0
<i>Phleum pratense</i> L.	4,0	–	5,2	5,3	9,3	9,5	5,0	7,0	6,3	6,0	6,7	6,6
<i>Dactylis glomerata</i> L.	4,0	–	7,3	30,3	5,9	28,2	5,7	27,1	8,2	20,7	6,0	18,9
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	2,0	–	1,4	10,0	2,5	7,2	3,0	9,0	1,8	5,6	1,6	2,0
Trawy razem Total grasses	82,0	85,4	84,8	83,9	84,6	87,5	85,5	87,9	84,9	90,3	89,1	86,6
Motylkowate Papilionaceous												
<i>Trifolium hybridum</i> L.	–	–	2,2	–	2,8	–	3,1	–	1,5	–	1,3	–
<i>Vicia cracca</i> L.	–	–	2,0	–	3,2	–	2,0	–	3,5	–	1,0	–
Motylkowate razem	–	–	4,2	–	6,0	–	5,1	–	5,0	–	2,3	–
Total papilionaceous												
Zioła i chwasty, w tym:												
Herbs and weeds												
<i>Ranunculus repens</i> L.	5,2	5,3	6,0	6,1	5,4	7,7	3,1	6,1	4,1	4,8	4,6	6,7
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	5,0	4,3	–	4,5	–	2,7	–	3,0	–	–	–	3,4
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	3,5	0,4	–	–	2,0	–	1,3	–	–	2,6	–	–
<i>Rumex acetosa</i> L.	1,6	1,9	1,1	1,7	1,0	0,5	1,0	0,9	0,8	–	0,6	0,6
<i>Cerastium arvense</i> L.	1,3	2,7	1,2	3,8	1,0	1,6	0,7	2,1	1,2	1,2	0,9	0,5
<i>Filipendula ulmaria</i> L.	0,8	–	2,7	–	–	–	–	–	1,2	1,1	–	2,2
<i>Cardamine pratensis</i> L.	0,6	–	–	–	–	–	3,3	–	2,8	–	2,5	–
Razem Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Warianty nawozowe jak w tabeli 1. Treatments like as in Table 1.