

WPLYW NAWOŻENIA ŁĄKI POBAGIENNEJ OBORNIKIEM I NPK NA JEJ PRODUKCYJNOŚĆ I SKŁAD CHEMICZNY WÓD GRUNTOWYCH

Piotr WESOŁOWSKI

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy w Szczecinie

Słowa kluczowe: gleba torfowo-murszowa, łąka, nawożenie obornikiem, NPK, plony, skład chemiczny wód infiltracyjnych

Streszczenie

Badania przeprowadzono w latach 1996–2002 na łące torfowo-murszowej we wsi Modrzewie w woj. zachodniopomorskim. Porównywano w nich stosowanie w różnych terminach obornika bydlęcego i NPK na plonowanie runi łąkowej oraz ich wpływ na środowisko.

Największe średnie plony siana z lat 1996–2002 uzyskano, gdy stosowano obornik w dawce 30 t·ha⁻¹ jesienią i wiosną, a mniejsze, gdy stosowano obornik w terminie zimowym i letnim. Zawartość składników chemicznych w wodzie gruntowej – odciekającej z profili glebowych z dwóch głębokości 25 i 45 cm nie przekraczała granicznych wartości norm dla wody do picia i na potrzeby gospodarstwa z wyjątkiem obiektu, na którym stosowano obornik zimą.

WSTĘP

Poczynając od lat dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku, nastąpiło w Polsce bardzo znaczne zmniejszenie zużycia nawozów mineralnych na użytkach rolnych, w tym również na użytkach zielonych, na skutek ich wysokich cen [SAPEK i in. 1998]. W związku z tym nastąpiło duże zainteresowanie praktyki rolniczej nawozami naturalnymi, w tym obornikiem. W polskiej literaturze jest stosunkowo mało opracowań na temat nawożenia obornikiem łąk położonych na glebach torfowo-murszowych. Na podstawie wyników badań, przeprowadzonych pod

Sarnami, ŚWIĘTOCHOWSKI [1938] stwierdził, że obornik wpłynął dodatnio na plonowanie łąk torfowych, mimo dużej zawartości masy organicznej w glebie. Pozytywny wpływ obornika na plonowanie łąk na glebach mineralnych potwierdzają w swych badaniach także inni autorzy, na przykład JANKOWSKA-HUFLEJT [1996], MORACZEWSKI [1973] czy NICZYPORUK [1979]. Brak natomiast badań, dotyczących stosowania obornika w różnych terminach (jesień, zima, wiosna i lato) na trwałe użytki zielone położone na glebach organicznych.

Celem podjętych badań było porównanie stosowania obornika w różnych terminach (porach roku) łącznie z uzupełniającym nawożeniem mineralnym na produktywność łąki oraz ich wpływ na środowisko naturalne.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie założono na obiekcie łąkowym o powierzchni 80 ha, położonym na glebie torfowo-murszowej (MtlIbb) we wsi Modrzewie w woj. zachodniopomorskim nad rzeką Ina. Jest on odwadniany za pomocą stacji pomp. Po raz pierwszy odwodniono obiekt w XIX w., a w latach 1948–1949 odnowiono sieć melioracyjną i zagospodarowano rolniczo. Wiosną 1995 r. zdegradowane łąki ponownie zagospodarowano metodą pełnej uprawy. Wysiano mieszanek traw w składzie: wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.), tymotka łąkowa (*Phleum pratense* L.), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), z udziałem konicyzny białoróżowej (*Trifolium hybridum* L.). Doświadczenie ściśle założono jesienią 1995 r. w pięciu wariantach i czterech powtórzeniach na nowozagospodarowanej łące. W doświadczeniu uwzględniono warianty: 1 – łąka bez nawożenia „0”, 2 – obornik w ilości 30 t·ha⁻¹ jesienią + NPK, 3 – obornik 30 t·ha⁻¹ zimą + NPK, 4 – obornik 30 t·ha⁻¹ wiosną + NPK, 5 – obornik 30 t·ha⁻¹ latem + NPK.

Począwszy od jesieni 1995 r., na wszystkich wariantach raz na trzy lata stosowano obornik bydlęcy dobrze rozłożony w ilości 30 t·ha⁻¹. Jesienią 1998 i w 1999 r. zastosowano drugą dawkę obornika, a jesienią 2001 i w 2002 r. – trzecią. Stosowano obornik bydlęcy, który zawierał średnio: 4,7 g N·kg⁻¹, 0,7 g P·kg⁻¹, 3,3 g K·kg⁻¹. Obornik stosowano w następujących terminach: II dekada października, I dekada lutego, I dekada kwietnia i I dekada czerwca. Uzupełniające nawożenie mineralne w ilości: N – 60; P – 13,2; K – 49,8 kg·ha⁻¹ stosowano systematycznie, co roku na wszystkich wariantach z obornikiem (w okresach wegetacyjnych). Azot i potas wysiewano w dwóch częściach – wiosną i po pierwszym pokosie, fosfor w pełnej dawce wiosną. Nawożenie mineralne stosowano w formach: azot w saletrze amonowej 34,0%, fosfor w postaci superfosfatu potrójnego 46,0% i potas w soli potasowej granulowanej 60,0%.

Plony siana określano z trzech pokosów na podstawie współczynników wysychania z jednokilogramowych próbek zielonki, natomiast skład florystyczny ro-

ślinności – na podstawie analizy botaniczno-wagowej próbek pobranych podczas zbioru I pokosu. Ponadto z każdego wariantu pobierano próbki wody gruntowej z głębokości 25 i 45 cm od powierzchni terenu. Pobierano je jesienią po zbiorze trzeciego pokosu za pomocą aparatu do badań składu chemicznego wód infiltracyjnych (odciekowych), skonstruowanego przez CHURSKIEGO i KRZYWONOSA, opisanego przez WESOŁOWSKIEGO [1985], umieszczonego na stałe w profilach glebowych. Analizy chemiczne pobranych próbek wody wykonano fotometrem LF 205, wykorzystując odczynniki firmy SLANDI. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej (obliczono odchylenia standardowe).

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Plony siana. Analizując średnie roczne plony (tab. 1), stwierdzono, że w latach 1996–2002 wystąpiło istotne zróżnicowanie wpływu stosowania obornika w różnych terminach (jesień, zima, wiosna, lato) oraz uzupełniającego nawożenia mineralnego na produktywność łąki. Najmniejsze średnie plony siana uzyskano z łąki nienawożonej „0” – $2,46 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a największe z obiektów, na których obornik stosowano jesienią – średnio $9,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i wiosną – $9,13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Pod wpływem nawożenia obornikiem zimą i latem uzyskano mniejsze średnie plony, odpowiednio $8,03$ i $7,76 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nawożenie obornikowo-mineralne przyczyniło się do prawie trzykrotnego zwiększenia plonów siana w porównaniu z wariantem kontrolnym bez nawożenia. Świadczy to o plonotwórczym działaniu nawożenia organiczno-mineralnego, co potwierdza również JANKOWSKA-HUFLEJT [1996].

Wysokość plonowania runi łąkowej w poszczególnych latach 1996–2002 była zróżnicowana. Większe plony siana uzyskano w latach 1996 i 1999, to jest gdy obornik stosowano łącznie z nawożeniem mineralnym (poza 2002 r.), a mniejsze w latach 1997, 1998 i 2001 r., w których stosowano tylko nawożenie mineralne (poza 2000 r.). W okresie trwania doświadczenia zaobserwowano dobre uwilgotnienie gleby łąkowej. Sprzyjało ono dobremu wykorzystaniu składników pokarmowych wniesionych do gleby w postaci nawożenia obornikowo-mineralnego. Uzyskane dotychczas wyniki badań potwierdzają korzystniejszy wpływ jesiennego i wiosennego nawożenia organiczno-mineralnego na wysokość plonowania runi łąkowej na glebie torfowo-murszowej, niż nawożenia stosowanego w innych terminach.

Zawartość form ogólnych P i K oraz N-NH_4 i N-NO_3 w wodach gruntowych – infiltracyjnych. Wyniki analiz chemicznych wody gruntowej (tab. 2) porównywano z liczbami granicznymi norm ustalonych dla wody do picia i na potrzeby gospodarcze [Rozporządzenie MZ... 2002]. Stwierdzono, że zawartość składników w wodzie gruntowej z profili glebowych na głębokości 25 cm była na ogół większa niż na głębokości 45 cm. Najmniejszą zawartość azotu azotanowego (średnio $0,88 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$) stwierdzono w wodzie z łąki nienawożonej na głębokości 45 cm. W wodzie z tej samej głębokości z obiektów nawożonych obornikiem i NPK

Tabela 1. Plony siana z łąki nawożonej obornikiem i NPK, t·ha⁻¹**Table 1.** Hay yields from a meadow fertilised with manure and NPK, t·ha⁻¹

| Obiekt nawozowy Fertilisation object | Plon w latach Yield in the years | | | | | | | Średnie plony z lat 1996–2002 Mean yields from 1996–2002 | Zwiększenie plonów pod wpływem nawożenia Yield increase as an effect of fertilisation |
|--|-------------------------------------|------|------|-------|-------|------|------|---|---|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | | |
| 1 – „0” – bez nawożenia 1 – „0” – without fertilisation | 3,45 | 2,25 | 2,83 | 2,35 | 2,29 | 2,20 | 1,84 | 2,46 | – |
| 2 – obornik 30 t·ha ⁻¹ jesienią + NPK 2 – manure 30 t·ha ⁻¹ in autumn + NPK | 9,43 | 8,44 | 8,57 | 10,83 | 10,19 | 9,42 | 9,87 | 9,54 | 7,08 |
| 3 – obornik 30 t·ha ⁻¹ zimą + NPK 3 – manure 30 t·ha ⁻¹ in winter + NPK | 8,18 | 7,13 | 6,93 | 9,07 | 8,72 | 7,63 | 8,57 | 8,03 | 5,57 |
| 4 – obornik 30 t·ha ⁻¹ wiosną + NPK 4 – manure 30 t·ha ⁻¹ in spring + NPK | 8,70 | 7,97 | 8,13 | 10,60 | 10,23 | 9,30 | 9,00 | 9,13 | 6,67 |
| 5 – obornik 30 t·ha ⁻¹ latem + NPK 5 – manure 30 t·ha ⁻¹ in summer + NPK | 7,68 | 7,45 | 7,49 | 7,70 | 8,66 | 7,64 | 7,68 | 7,76 | 5,30 |
| NIR _{0,05} LSD _{0,05} | 0,89 | 0,78 | 1,02 | 1,12 | 1,03 | 0,86 | 0,98 | 0,99 | – |

Objaśnienia: NIR_{0,05} – najmniejsza istotna różnica na poziomie $\alpha = 0,05$ Explanations: LSD_{0,05} – least significant difference $\alpha = 0,05$.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Tabela 2. Zawartość form ogólnych P i K oraz N-NO₃ i N-NH₄ w wodach infiltracyjnych, średnie z lat 1996–2002**Table 2.** Concentration of phosphorus, potassium, ammonium and nitrate nitrogen in infiltrating waters, mean values from the years 1996–2002

| Obiekt nawozowy Fertilisation objects | Zawartość, g·m ⁻³ Concentration, g·m ⁻³ | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | N-NO ₃ | | | | N-NH ₄ | | | | P | | | | K | | | |
| | a | SD | b | SD | a | SD | b | SD | a | SD | b | SD | a | SD | b | SD |
| 1 | 1,69 | 1,15 | 0,88 | 0,51 | 0,29 | 0,04 | 0,23 | 0,01 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 4,53 | 0,75 | 2,50 | 0,75 |
| 2 | 3,02 | 0,68 | 2,44 | 0,43 | 0,76 | 0,09 | 0,38 | 0,03 | 0,19 | 0,10 | 0,08 | 0,04 | 6,67 | 0,47 | 5,00 | 0,85 |
| 3 | 3,82 | 2,94 | 3,54 | 2,84 | 1,28 | 0,44 | 0,73 | 0,07 | 0,19 | 0,09 | 0,09 | 0,06 | 8,57 | 1,58 | 6,27 | 0,90 |
| 4 | 3,03 | 1,75 | 1,71 | 0,91 | 0,83 | 0,10 | 0,37 | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 5,87 | 0,06 | 3,63 | 0,15 |
| 5 | 3,91 | 3,06 | 2,89 | 2,49 | 0,88 | 0,04 | 0,55 | 0,06 | 0,17 | 0,02 | 0,08 | 0,02 | 7,40 | 0,30 | 5,43 | 0,25 |

Objaśnienia: objekty nawozowe, jak w tabeli 1., a – głębokość 25 cm, b – głębokość 45 cm, *SD* odchylenia standardowe.

Explanations: fertilisation objects as in Tab. 1, a – a depth of 25 cm, b – a depth of 45 cm, *SD* standard deviation.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

zawartość tego składnika była większa i wynosiła średnio od 1,71 do 3,54 g·m⁻³. Uzyskane średnie wartości N-NO₃ w wodzie gruntowej z obiektów nawożonych obornikiem z uzupełniającym nawożeniem mineralnym były mniejsze od dopuszczalnych dla azotu azotanowego N-NO₃, tj. 11,3 g·m⁻³. Zawartość azotu amonowego N-NH₄ w wodach gruntowych – infiltracyjnych z głębokości 45 cm z obiektów nawożonych obornikiem jesienią, wiosną i latem NPK była zbliżona do wartości granicznej dla N-NH₄, równej 0,5 g·m⁻³, a z obiektu nawożonego obornikiem zimą była większa i wynosiła średnio 0,73 g·m⁻³, czyli przekraczała podaną w Rozporządzeniu MZ... [2000]. Potwierdza to słuszność zapisu w ustawie o nawozach i nawożeniu, zabraniającego stosowania tego nawozu zimą. W wodzie z głębokości 45 cm stwierdzono małą zawartość fosforu, natomiast większą potasu, szczególnie z obiektów, na których stosowano obornik zimą i latem. Uzyskane średnie zawartości potasu w wodzie nie przekraczały wartości granicznych. Przedstawione dane liczbowe (tab. 2) wskazują na przemieszczenie się składników chemicznych, głównie związków azotu, w głąb profili glebowych, poniżej warstwy korzeniowej 0–25 cm. Nawożenie obornikiem w połączeniu z nawożeniem mineralnym łąk na glebach torfowo-murszowych może przyczynić się do eutrofizacji wód gruntowych. Na przebieg tego zjawiska mogą mieć wpływ różne czynniki, między innymi pora (termin) stosowania obornika. Zimą ma ono niekorzystny wpływ, gdyż sprzyja przemieszczaniu się zmineralizowanych składników do wody gruntowej, zwłaszcza azotu amonowego i potasu.

Na obiektach nawożonych występowały wartościowe gatunki traw, np. kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) czy tymotka łąkowa (*Phleum pratense* L.). Z runi obiektów nienawożonych ustąpiły one prawie całkowicie i występowały głównie trawy niskie, głównie kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), tomka wonna (*Anthoxantum odoratum* L.) oraz kłosówka wełnista (*Holcus lanatus* L.).

WNIOSKI

1. Stosowanie obornika na łące w dawce 30 t·ha⁻¹ w różnych terminach (porach roku): jesień, zima, wiosna, lato wraz z uzupełniającym nawożeniem mineralnym wpłynęło dodatnio na zwiększenie plonów siana. Plony te zwiększyły się prawie trzykrotnie w porównaniu z uzyskanymi bez nawożenia, co wskazuje na celowość łączenia obornika z nawozami mineralnymi w nawożeniu łąk.

2. Największe średnie plony siana z lat 1996–2002 uzyskano, gdy stosowano co trzeci rok obornik w dawce 30 t·ha⁻¹ jesienią (9,54 t·ha⁻¹) i wiosną (9,13 t·ha⁻¹). Pod wpływem nawożenia obornikiem w terminie letnim i zimowym uzyskano mniejsze plony, odpowiednio 7,76 i 8,03 t·ha⁻¹.

3. Zawartość składników chemicznych w badanej wodzie infiltracyjnej z profili glebowych z dwóch głębokości (25 i 45 cm) nie przekraczała wartości dopuszczalnych dla wody do picia i na potrzeby gospodarcze, z wyjątkiem obiektu, na

którym stosowano obornik zimą. Wyniki te wskazują na niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wody gruntowej w przypadku nawożenia łąk obornikiem w okresie zimy, w związku, z czym w tym terminie łąki na glebach torfowych nie powinny być nawożone obornikiem.

LITERATURA

- JANKOWSKA-HUFLEJT H. 1996. Wykorzystanie obornika i nawozów mineralnych przez łąkę trwałą położoną na glebie mineralnej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 442 s. 183–192.
- MORACZEWSKI R. 1973. Badania nad techniką stosowania obornika na łąkach trwałych. *Roczniki Gleboznawcze*. T. 24 z. 2 s. 415–427.
- NICZYPORUK A. 1979. Nawożenie organiczno-mineralne jako czynnik ulepszania składu botanicznego i zadarnienia łąk. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*. Nr 10 s. 15–17.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2004 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze. *Dz. U.* 2000 nr 82 poz. 937.
- SAPEK A., SAPEK B., PIETRZAK S., NAWALANY P. 1998. Zużycie nawozów mineralnych i rozproszenie składników nawozowych do środowiska w Polsce. *Falenty*. Wydaw. IMUZ ss. 22.
- ŚWIĘTOCHOWSKI B. 1938. Nawożenie łąk na torfach niskich nawozami organicznymi w świetle doświadczeń. *Przegląd Doświadczalnictwa Rolniczego*. T. 1 nr 3 s. 107–128.
- Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. *Dz.U.* 2007 nr 147 poz. 1033 z późn. zm.
- WESOŁOWSKI P. 1985. Skład chemiczny wód infiltracyjnych gleb łąkowych nawożonych gnojowicą. *Wiadomości IMUZ*. T. 15 z. 2 s. 92–102.

Piotr WESOŁOWSKI

THE EFFECT OF NPK AND MANURE FERTILISATION ON MEADOW PRODUCTIVITY AND SOME GROUNDWATER CHEMICAL PROPERTIES

Key words: fertilisation with cattle manure, groundwater chemical composition, meadow, NPK, peat moorsh soil, yield

S u m m a r y

The study was carried out in a meadow on peat-moorsh soil in the village of Modrzewie in zachodniopomorskie province in the years 1996–2002. The effect of different terms of manuring and NPK fertilisation on hay yield and environmental quality was analysed.

The highest hay yield in the study years was found when 30 t of manure were applied in autumn and spring, lower when manure was applied in winter or summer. Concentration of nutrients in groundwater collected from soil profiles at two depths of 25 and 45 cm did not exceed standards for drinking water with the exception of the object, where manure was applied in winter.

Recenzenci:

prof. dr hab. Roman Moraczewski

prof. dr hab. Mikołaj Nazaruk

Praca wpłynęła do Redakcji 28.02.2011 r.