

WPLYW NAWOŻENIA OBORNIKIEM I NAWOZAMI MINERALNYMI NA POBRANIE SKŁADNIKÓW Z ŁĄKI I WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY

MIROSLAW KASPERCZYK, WOJCIECH SZEWCZYK, PIOTR KACORZYK

Katedra Łąkarstwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

rkl@ar.krakow.pl

Synopsis. Badania przeprowadzono w rejonie podgórskim, w Porębie Spytkowskiej k. Brzeska na łące trwałej w latach 1998–2006. Na polu doświadczalnym występowała gleba brunatna o składzie granulometrycznym gliny średniej. W badaniach było uwzględnionych 5 następujących obiektów: kontrola, nawożenie mineralne (PKN), obornik 12,5 t·ha⁻¹, obornik 25 t·ha⁻¹ i obornik 12,5 t·ha⁻¹ + nawozy mineralne. W tym ostatnim obiekcie nawozy mineralne stosowano w ilościach dopełniających do dawki, jak w obiekcie z nawożeniem mineralnym. Elementami oceny w każdym roku były plon suchej masy i pobranie ważniejszych makroelementów, a w roku ostatnim zasobność gleby w podstawowe składniki mineralne. Największe plony suchej masy oraz pobranie makroelementów odnotowano z obiektów nawożonych: mineralnie i obornikowo-mineralnie. We wszystkich obiektach nawozowych pobranie wapnia, magnezu i sodu na ogół były zbliżone pomimo dostarczenia znacznych ich ilości z obornikiem. Nawożenie mineralne w odniesieniu do stanu wyjściowego, najbardziej zmniejszyło w glebie ilości azotu, magnezu i potasu, a zwiększyło zawartość fosforu. Z kolei nawożenie obornikiem w mniejszej dawce w porównaniu do nawożenia mineralnego ograniczyło wykorzystanie rezerw glebowych w powyższe składniki, a w dawce wyższej wzbogaciło zasoby glebowe w odniesieniu do stanu wyjściowego. Nawożenie obornikiem przyczyniło się do wzrostu zakwaszenia gleby w większym stopniu niż mineralne.

Słowa kluczowe – *key words*: łąka – meadow; nawożenie – fertilization; pobranie składników – nutrients uptake; właściwości chemiczne gleby – soil chemical properties

WSTĘP

W niektórych gospodarstwach położonych w rejonach podgórskim i górskim trwale użytki zielone mają dominujący udział w ogólnej powierzchni użytków rolnych. W tych gospodarstwach często podstawę nawożenia łąk stanowi obornik. Odnośnie wykorzystania tego nawozu na trwałych użytkach zielonych, z racji powierzchniowego jego stosowania zdania wśród badaczy są podzielone. Wielu z nich donosi o znacznych stratach azotu z tego nawozu w wyniku ulatniania się [Claesson i Steineck 1996, Marcinkowski 2002, Pietrzak 2005]. Z badań Pietrzaka [2005] wynika, że straty amoniaku w ciągu 1 godziny po zastosowaniu obornika mogą stanowić nawet 15% azotu amonowego zawartego w tym nawozie. Natomiast inni autorzy wykazali wybitnie korzystne działanie obornika w nawożeniu łąk, twierdząc między innymi, że obornik często łagodzi błędy powstałe w wyniku stosowania nawozów mineralnych [Jankowska-Huflejt 1996, Twardy 1999, Wesołowski 1995]. Ta rozbieżność poglądów w ocenie nawozowej obornika, skłoniła autorów niniejszej pracy do podjęcia badań dotyczących porównania działania obornika z nawozami mineralnymi na pobranie składników z łąki i właściwości chemiczne gleby po 9 latach nawożenia.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1998–2006 na łące trwałej w rejonie podgórskim, w Połębie Spytkowskiej k. Brzeska (49°94' N, 20°59' E). Na polu doświadczalnym występowała gleba brunatna o składzie granulometrycznym gliny średniej. Jej właściwości chemiczne przedstawiono w tabeli 3. W badaniach uwzględniono pięć obiektów: kontrolę i cztery nawozowe. Obornik o składzie chemicznym: N = 0,31–0,34%, P = 0,07%, K = 0,25–0,27%, Ca = 0,19%, Mg = 0,20%, Na = 0,01%, stosowano corocznie wczesną wiosną. Natomiast nawozy mineralne wysiewano następująco: fosfor jednorazowo wiosną, potas w dwóch równych częściach pod I i II odrost, a azot dzielono w proporcji 60% pod I i 40% pod II odrost. Przy nawożeniu obornikowo-mineralnym uzupełniano ilości fosforu, potasu i azotu do dawek stosowanych w obiekcie z nawożeniem mineralnym (P₂₆K₆₆N₁₅₀). Łąkę koszono corocznie, w latach sprzyjających 3-krotnie, a w suchszych 2-krotnie. Plony suchej masy opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji i test Studenta. Zawartość suchej masy określono metodą suszarkową w temperaturze 105°C, a zawartość składników w masie roślinnej, oborniku i glebie (warstwa 0–15 cm) oznaczono ogólnie stosowanymi metodami.

WYNIKI BADAŃ

Średnie plony za 9-letni okres badań zebrane z łąki plony suchej masy wahały się od 5,72 t·ha⁻¹ na obiekcie kontrolnym do około 9,9 t·ha⁻¹ w obiektach z nawożeniem mineralnym lub obornikiem w dawce 12,5 t·ha⁻¹ plus nawozy mineralne (tab. 1). Pomiedzy kontrolą a tymi

Tabela 1. Plon suchej masy (średnio za 9 lat)
Table 1. Dry matter yield (mean for 9 years)

Nawożenie – Fertilization	Sucha masa – Dry matter (t·ha ⁻¹)
1. Kontrola (bez nawożenia) – Control (without fertilization)	5,72
2. Nawozy mineralne – Mineral fertilizers (P ₂₆ K ₆₆ N ₁₅₀)	9,87
3. Obornik – Manure 12,5 t·ha ⁻¹ (P ₈ K ₃₇ N ₄₁)	7,76
4. Obornik – Manure 25 t·ha ⁻¹ (P ₁₆ K ₇₄ N ₈₂)	8,30
5. Obornik – Manure 12,5 t·ha ⁻¹ (P ₈ K ₃₇ N ₄₁) + nawozy mineralne – mineral fertilizers (P ₁₈ K ₂₉ N ₁₀₉)	9,93
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,85

dwoma obiektami różnica w plonach suchej masy wynosiła około 73%. Nawożenie samym obornikiem corocznie w ilości 12,5 t·ha⁻¹ zapewniło plon wielkości 7,76 t·ha⁻¹, a w dawce podwójnej 8,30 t·ha⁻¹ suchej masy. W odniesieniu do obiektu kontrolnego zwyczajka plonów suchej masy wynosiła w pierwszym przypadku 36%, a w drugim 45%.

Podobnie, najmniejsze ilości analizowanych makroelementów zebrano z plonem suchej masy z obiektu kontrolnego (tab. 2). W każdym przypadku nawożenie w odniesieniu do kon-

Tabela 2. Średnie roczne ilości składników dostarczonych w nawozach i zebranych z plonem suchej masy w ciągu 9 lat ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)Table 2. The annual average quantities of nutrients supplied in fertilizers and harvested with the yield of dry matter during 9 years ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Nawożenie <i>Fertilization</i>	Dostarczone – <i>Supplied</i>						Pobrane – <i>Uptaken</i>					
	P	K	N	Ca	Mg	Na	P	K	N	Ca	Mg	Na
1*							11,2	62,2	92,2	37,8	23,9	3,4
2	26,0	66,0	150,0				21,1	105,0	166,0	48,3	37,6	4,9
3	8,0	37,0	41,1	22,3	25,0	1,2	16,7	87,8	132,0	48,9	32,0	4,4
4	16,0	74,0	82,2	44,6	50,0	2,4	19,6	110,0	134,0	49,7	31,2	4,0
5	26,0	66,0	150,0	22,3	25,0	1,2	22,2	118,0	157,0	49,7	36,3	4,8

1* – objaśnienia jak w tab. 1 – *explanations as table 1*

troli w sposób bardzo wyraźny zwiększyło pobranie składników mineralnych. W przypadku niektórych składników, takich jak wapń, magnez i sód dało się zauważyć, że ich pobranie było mało zależne od poziomu nawożenia. Na przykład pobranie wapnia na wszystkich obiektach było prawie jednakowe. Natomiast pobranie magnezu i sodu było tylko nieznacznie większe w obiektach, w których stosowano nawozy mineralne. Na podkreślenie zasługuje fakt, że pobranie azotu na obiektach z obu dawkami obornika było prawie identyczne. W obiekcie kontrolnym zebrany plon suchej masy był uzyskany kosztem składników znajdujących się w glebie. Średnie roczne zużycie analizowanych składników na uzyskanie tego plonu przedstawiało się następująco: N – 92,2 kg, P – 11,2 kg, K – 62,2 kg, Ca – 37,8 kg, Mg – 23,9 kg i Na – 3,4 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W obiekcie nawożonym nawozami mineralnymi pobrane ilości Ca, Mg i Na z plonem suchej masy pochodziły również z zapasów gleby. Natomiast na obiektach nawożonych obornikiem wszystkie analizowane składniki zebrane z plonem masy roślinnej w znacznej części pochodziły z dostarczonego obornika. W obiekcie z dawką obornika wynoszącą 12,5 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ wniesiono następujące ilości składników zebranych z plonem suchej masy: N – 31%, P – 48%, K – 42%, Ca – 46%, Mg – 78% i Na – 29%. Ich bilans był ujemny. Stosując dawkę obornika 25 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ wartości te wynosiły odpowiednio: 61, 82, 67, 90, 160 i 64%. Po nawożeniu wyłącznie mineralnym bilans fosforu był dodatni i wynosił 4,9 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zaś azotu i potasu był ujemny i wynosił – 16,0 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i – 39,0 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Z kolei po nawożeniu obornikowo-mineralnym ilość dostarczonych składników w nawozach w odniesieniu do zebranych z plonem była mniejsza o: N – 4%, K – 44%, Ca – 55%, Mg – 31% i Na – 73%, a w przypadku fosforu była większa o 17%.

Stwierdzone stosunkowo duże różnice pomiędzy ilością składników dostarczonych w nawożeniu a ilością pobranych z gleby w pewnym stopniu znajduje odzwierciedlenie w kształtowaniu się zasobności gleby w te składniki (tab. 3). W obiekcie kontrolnym, gdzie cały plon był uzyskany kosztem składników zawartych w glebie stwierdzono wyraźne zmniejszenie zasobności gleby w te składniki. Po 9 latach badań zawartość przyswajalnych składników w glebie zmniejszyła się w przypadku fosforu o 30%, potasu o 53%, magnezu o 8%, azotu o 7%, a pH w KCl obniżyło się o 0,2 jednostki w odniesieniu do stanu wyjściowego. W obiektach nawożonych największe zubożenie gleby w azot, potas i magnez wystąpiło pod wpływem nawożenia mineralnego. Obniżka zawartości tych składników wynosiła odpowiednio: 37, 59 i 24%, natomiast zawartość fosforu w tym obiekcie zwiększyła się o 83%, gdyż jego bilans był dodatni. Z kolei nawożenie samym obornikiem w dawce 12,5 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ lub w połączeniu z na-

Tabela 3. Właściwości chemiczne gleby
 Table 3. Chemical properties of soil

Obiekty – Treatments	pH		N-ogólny Total N (g·kg ⁻¹ gleby – soil)	Przyswajalne – Available (mg·kg ⁻¹ gleby – soil)		
	H ₂ O	KCl		P	K	Mg
Stan wyjściowy – Initial state	5,7	5,4	2,81	13,1	86,1	144
Po 9 latach – After 9 years						
1*	5,0	5,2	2,62	9,3	36,8	132
2	5,6	5,0	1,78	24,0	35,7	110
3	5,4	4,9	2,35	11,6	38,4	132
4	5,1	4,4	2,90	16,1	54,9	210
5	5,6	4,8	2,20	23,8	33,9	129

1* – objaśnienia jak w tab. 1 – explanations as table 1

wozami mineralnymi w porównaniu do nawożenia mineralnego ograniczyło zubożenie gleby w analizowane składniki, pomimo że bilans azotu, potasu i fosforu był najbardziej ujemny spośród obiektów. Natomiast nawożenie obornikiem w dawce 25 t·ha⁻¹ w odniesieniu do stanu wyjściowego spowodowało wzrost zasobności gleby w azot, fosfor i magnez, chociaż pobranie dwóch pierwszych składników znacznie przewyższało ilości dostarczonych w nawożeniu. Ponadto ten rodzaj nawożenia wyraźnie obniżył pH gleby o 0,7 jednostki w H₂O i 1,0 jednostkę w KCl.

DYSKUSJA

W obiektach nawożonych wyłącznie obornikiem (pojedynczą i podwójną dawką) stwierdzone porównywalne ilości pobranych z plonem suchej masy azotu, magnezu, wapnia i sodu należy łączyć z obecnością znacznej ilości koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense*) w obiekcie z pojedynczą dawką tego nawozu [Kasperczyk i in. 2008]. Roślina ta podobnie jak inne motylkowate cechuje się dużą zdolnością uruchamiania i przemieszczania składników pokarmowych z głębszych warstw gleby do warstw płytszych. Stąd też roślinność łąkowa obiektu z pojedynczą dawką obornika miała możliwość korzystania z wielu składników dostarczonych tą drogą. Z faktem tym należy łączyć również zwiększenie zasobności gleby tego obiektu w składniki pokarmowe, pomimo wystąpienia najbardziej ujemnego bilansu spośród analizowanych obiektów nawozowych. Powyższe rozumowanie znajduje potwierdzenie we wcześniejszych badaniach Kasperczyka [1994]. Wynika z nich, że trawy rosnące w mieszance z koniczyną łąkową były zasobniejsze w ważniejsze makroelementy o 10–30% od traw rosnących w monokulturze. Z kolei pobranie zbliżonych ilości wapnia, magnezu i sodu we wszystkich obiektach nawozowych, pomimo występowania znacznych różnic w ich bilansie jest zjawiskiem trudnym do wyjaśnienia. Należy przypuszczać, że składniki te dostarczone w oborniku uległy wymyciu w większym stopniu niż na obiekcie nawożonym mineralnie. Stwierdzone nieco wyższe ilości zebranego magnezu w obiektach z nawożeniem mineralnym należy tłumaczyć powszechnie znanym zjawiskiem, że azot mineralny stymuluje pobieranie tego składnika [Czuba i Murzyński 1993,

Kopec 2000]. Podobnie stwierdzony przy każdym rodzaju nawożenia wysoce ujemny bilans potasu jest zjawiskiem bardzo często spotykanym na użytkach zielonych [Czuba i Murzyński 1993, Gorlach i Curyło 1993]. W badaniach Gorlacha i Curyły [1993] po 20 latach nawożenia łąki ujemny bilans potasu osiągnął wielkość aż 1219 kg K·ha⁻¹. Powszechnie obornik uważa się za nawóz o wszechstronnym dodatnim działaniu. Stąd też godny uwagi jest fakt obniżki pH gleby pod wpływem dawki tego nawozu wynoszącej 25 t·ha⁻¹. To zakwaszające działanie obornika wyjaśniają wyniki badań Campbella i in. [1989] oraz Mazura i in. [1996]. Autorzy ci na obiektach nawożonych obornikiem w glebie na gruntach ornym stwierdzili prawie przez cały okres wegetacji znaczną podaż jonów azotanowych (N-NO₃), które są następstwem procesu nityfikacji – utleniania jonów amonowych (NH₄) pochodzących z rozkładu obornika. W czasie tego utleniania z 1 cząstki NH₄ uwalniają się 2 jony wodoru (H⁺), które są głównym czynnikiem zakwaszającym. Natomiast na obiektach z nawozami mineralnymi, nasilenie procesu nityfikacji przypadało na początek wegetacji, co wynikało z wiosennego nawożenia azotem.

WNIOSKI

1. Plon suchej masy oraz pobranie podstawowych składników nawozowych (N, P, K) zależały od ich ilości dostarczonych w nawożeniu. Natomiast pobranie wapnia, magnezu i sodu we wszystkich obiektach nawozowych na ogół było zbliżone.
2. Brak nawożenia łąki przez okres 9 lat w odniesieniu do stanu wyjściowego spowodował znaczne zubożenie gleby w składniki mineralne. Największy jednak ubytek w glebie azotu, potasu i magnezu wystąpił pod wpływem nawożenia mineralnego, a równocześnie prawie 2-krotny wzrost ilości fosforu.
3. Nawożenie obornikiem w dawce 12,5 t·ha⁻¹ w odniesieniu do nawożenia mineralnego ograniczyło zubożenie gleby w azot, magnez i potas. Zastosowanie tego nawozu w dawce 25 t·ha⁻¹ w odniesieniu do stanu wyjściowego przyczyniło się do wzbogacenia gleby w azot, fosfor i magnez, ale i wyraźnego jej zakwaszenia.

PIŚMIENNICTWO

- Campbell D., Kinniburgh D., Beckett P. 1998. The soil solution chemistry of some oxfordshire soils. *J. Soil Sci.* 4: 321–339.
- Claesson S., Steineck S. 1996. Plant nutrient management and the environment. *Swed. Univ. Agric. Sci., Uppsala Spec. Rep.* 41: 69.
- Czuba R., Murzyński J. 1993. Wyniki 20-letnich badań nad wyczerpaniem składników z gleby użytku zielonego intensywnie nawożonego azotem, fosforem i potasem. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 277, Sesja Nauk. 37: 169–176.
- Gorlach E., Curyło T. 1993. Effects of NPK fertilizer in long-term experiments on meadow production and nitrogen, phosphorus and potassium balance. *Proceed. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”*. Warszawa-Kraków, 15–18 June 1993, 2: 23–38.
- Jankowska-Huffejt H. 1996. Wykorzystanie obornika i nawozów mineralnych przez łąkę trwałą położoną na glebie mineralnej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 442: 183–192.
- Kasperczyk M. 1994. Skład chemiczny traw uprawianych w siewie czystym i w mieszankach z *Trifolium pratense*. *Mat. Konf. „Kierunki rozwoju Łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najnowszych jego dziedzinach”*. Warszawa, 27–28 września 1994: 207–211.
- Kasperczyk M., Szewczyk W., Kacorzyk P. 2008. Dynamika składu botanicznego runi łąkowej w zależności od rodzaju nawożenia. *Łąk. Pol.* 11: 87–95.

- Kopeć M. 2000. Dynamika plonowania i jakości runi łąki górskiej w okresie 30 lat trwania doświadczenia nawozowego. Zesz. Nauk AR Kraków, Rozp. 267: ss. 84.
- Marcinkowski T. 2002. Identyfikacja strat azotu w towarowych gospodarstwach rolnych Żuław Wiślanych. Woda Środ. Obsz. Wiej., Rozp. Nauk. Monogr. 1: ss. 79.
- Mazur T., Wojtas A., Sądej W., Mazur Z. 1996. Wpływ nawożenia na zawartość jonu amonowego, azotanowego i azotynowego w roztworze glebowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 257–261.
- Pietrzak S. 2006. Straty amoniaku z gnojówki i obornika zastosowanych na użytki rolne. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 494: 377–382.
- Twardy S. 1999. Wpływ pozostawionego na polu obornika na ilościowo-jakościowe zmiany biomasy roślinnej. Mat. Sem. IMUZ „Szata roślinna jako wielofunkcyjna dominanta ilościowo-jakościowych zasobów wodnych w górach”. Jaworki, 8–9 października 1998, 42: 205–216.
- Wesołowski P. 1995. Ocena skutków nawożenia łąki torfowej obornikiem na tle nawożenia mineralnego. Wiad. IMUZ 18(3): 152–165.

M. KASPERCZYK, W. SZEWCZYK, P. KACORZYK

EFFECT OF FARMYARD MANURE AND MINERAL FERTILIZERS ON NUTRIENTS UPTAKE FROM MEADOW AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

Summary

The 9-year investigation was carried out in the submountain region on the permanent meadow. The experimental field was located on the brown soil of the medium clay granulometric composition. Its chemical characteristics at the beginning of the study were as follows: pH_{KCl} – 5.4, total N – 0.35%, available: P – 13.1, K – 86.1, Mg – 144.0 $mg \cdot kg^{-1}$ soil. Five variants were taken into account in the research, i.e.: control, mineral fertilization (NPK), manure 12.5 t, manure 25.0 $t \cdot ha^{-1}$ and manure with mineral fertilizers. In the latter object the mineral fertilizers were used in the amounts which supplemented the dose to the same level as in the object with mineral fertilization. The treatment was done every year. During the favourable years the meadow was mown three times, during the dryer years – two times. The dry matter yield and the yields of fundamental macroelements were determined every year and the content of the fundamental mineral components in the soil was assessed during the last year of the study. The highest and comparable yields of dry matter and amounts of macroelements were collected from the objects with the most intensive fertilization, i.e.: with the mineral and manure-mineral treatment. It indicates that the fertilization components of the manure were used by the plants in the similar degree as the components of the mineral fertilizers. In all fertilized fields the yields of calcium, magnesium and sodium were usually similar despite their significant amounts derived with manure. The mineral fertilization in relation to the initial state resulted in the highest decrease of nitrogen, magnesium and potassium content in the soil, but on the other hand, in the highest degree enriched the soil with phosphorus. Fertilization with the lowest dose of manure limited the decrease of the mentioned above components when compared to the fertilized with minerals object, whereas application of the highest dose of manure enriched the soil in relation to the initial composition of the soil. Manure fertilization contributed to the rise of soil acidity in the higher degree than the mineral ones.