

## MAGNESIUM BALANCE AT DIFFERENT FERTILIZATION OF A MEADOW ON PEAT-MUCK SOIL

### Summary

Studies were carried out in the years 2006–2008 in a plot experiment at the Experimental Farm Biebrza on permanent productive meadow grown on peat-muck soil. The aim of the studies was to analyse the effect of different types and rates of fertilization (including cattle manure and liquid manure) on yielding, magnesium content in the sward, soil and ground water and on magnesium balance. Due to proceeding soil mineralization and nitrogen release, mineral P and K fertilization (30 and 60 kg·ha<sup>-1</sup>, respectively) was applied. Nitrogen fertilizer was applied at two levels: 60 and 90 kg·ha<sup>-1</sup>, the smaller dose was accompanied by P and K fertilization as above and the larger dose was applied together with 45 kg P·ha<sup>-1</sup> and 90 kg K·ha<sup>-1</sup>. As in the mineral fertilization also fertilization by manure and liquid manure was used on two levels of manure in amounts respective to mineral fertilization. Obtained results indicated a substantial yield-forming potential of applied fertilizers ranging from 6 to 9 t DM·ha<sup>-1</sup>. About 50 kg·ha<sup>-1</sup> Mg was brought in annually with manure, causing more positive balances. And about 15 kg·ha<sup>-1</sup> of Mg was brought in annually with liquid manure, causing improvement of balance in comparison with mineral fertilization. Fertilization with natural fertilizers increased the abundance in Mg of the upper layers of soil without increasing its concentration in ground water. Mg concentrations in water were determined by soil abundance.

**Key words:** peat-muck soil, magnesium balance, permanent meadow

## GOSPODARKA MAGNEZEM W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA ŁĄKI NA GLEBIE TORFOWO-MURSZOWEJ

### Streszczenie

Badania prowadzono na doświadczeniu łanowym w latach 2006-2008 w ZD Biebrza na wieloletniej łące produkcyjnej, na glebie torfowo-murszowej. Celem badań było rozpoznanie wpływu różnych poziomów i rodzajów nawożenia (w tym obornika i gnojowicy bydlęcej) na plonowanie łąki, zawartość magnezu w runi, glebie i wodzie gruntowej oraz jego bilanse. Ze względu na postępującą mineralizację tej gleby i uwalnianie azotu stosowano mineralne nawożenie fosforowo-potasowe - P - 30, K - 60 kg·ha<sup>-1</sup>. Nawożenie azotem stosowano na poziomie 60 i 90 kg N·ha<sup>-1</sup>, przy czym wraz z jego mniejszą dawką stosowano nawożenie fosforem i potasem jak wyżej, a z większą - fosfor w ilości 45 kg·ha<sup>-1</sup> oraz potas - 90 kg·ha<sup>-1</sup>. Tak jak w nawożeniu mineralnym, również stosowano dwa poziomy nawożenia obornikiem i gnojowicą bydlęcą w ilościach porównywalnych do nawożenia mineralnego. Uzyskane wyniki wskazywały na znaczny potencjał plonotwórczy stosowanego nawożenia - od ok. 6 do 9 t s.m.·ha<sup>-1</sup>. Z obornikiem wnoszono corocznie około 50 kg Mg·ha<sup>-1</sup>, powodując dodatnie jego bilanse. Z gnojowicą wnoszono go około 15 kg·ha<sup>-1</sup>, wyraźnie poprawiając bilans w porównaniu z nawożeniem mineralnym. Nawożenie nawozami naturalnymi spowodowało wzrost zasobności magnezu w górnych warstwach gleby, nie zwiększając jego stężeń w wodzie gruntowej. Stężenia magnezu w wodzie kształtowały głównie jego zasobności w glebie.

**Słowa kluczowe:** gleba torfowo-murszowa, gospodarka magnezem, łąka trwała

### 1. Wstęp i cel pracy

W gospodarstwach specjalizujących się w chowie bydła z dużą jego obsadą, zwiększa się zainteresowanie nawożeniem trwałych użytków zielonych nawozami naturalnymi, również na glebach torfowo-murszowych. Wielu autorów, np. [4, 7, 10], wskazuje na zalety tych nawozów, między innymi w zakresie poprawy składu gatunkowego runi, zwiększania plonów czy wzbogacenia w makro- i mikroelementy. Nawożenie nawozami naturalnymi, zwłaszcza obornikiem, łąk na glebach torfowo-murszowych, zwykle niedoborowych w fosfor i potas [8], może wyraźnie uzupełnić te niedobory, jednocześnie zwiększając plonowanie [3, 8]. Gospodarka magnezem w glebie i roślinności w znacznym stopniu jest zależna od jego zasobności [3]. Nawożenie, zwłaszcza obornikiem, jak wskazują Kuszelewski i Łabętowicz [5], wraz z innymi składnikami wnosi również magnez, uzupełniając jego niedoborowe zasobno-

ści w glebach. Bilanse magnezu na poziomie pola pozwolą na rozpoznanie ilości jego wnoszenia z opadami oraz nawożeniem nawozami naturalnymi oraz wynoszenia z plonem [1]. Wzrastająca zasobność magnezu w górnych warstwach gleby może być przyczyną jego przemieszczania do głębszych warstw [2] oraz jak wskazują Łabętowicz i Rutkowska [6], również do wody gruntowej.

Celem badań było rozpoznanie wpływu różnych rodzajów i poziomów nawożenia na plonowanie łąki, bilanse magnezu, jego zawartości w glebie torfowo-murszowej oraz stężenia w wodzie gruntowej.

### 2. Materiał i metody badań

Badania realizowano w latach 2006-2008 w Zakładzie Doświadczalnym w Biebrzy, na doświadczeniu łanowym wieloletniej łąki, na glebie torfowo-murszowej. W ostatnich latach przed założeniem doświadczenia na tej łące stosowa-

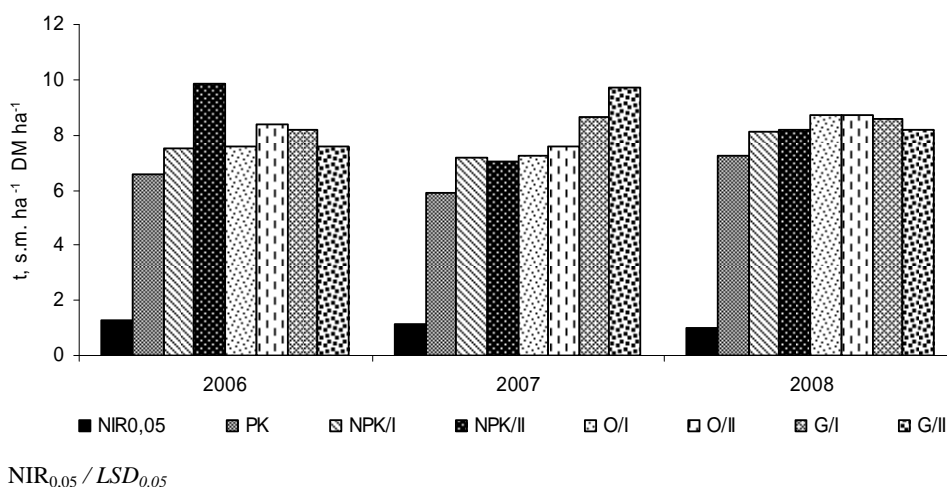
no intensywne nawożenie gnojowicą w ilościach od 80 do 100 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>.

W przedstawionych badaniach porównano efekty nawożenia nawozami mineralnymi fosforowo-potasowymi (PK) i azotowymi (NPK) oraz obornikiem i gnojowicą bydłą. Stosowano różne warianty nawożenia: PK - 30 kg P i 60 kg K·ha<sup>-1</sup>; NPK/I - 60 kg N·ha<sup>-1</sup>, a P i K w tej samej ilości, jak poprzednio; NPK/II - 90 kg N, 45 kg P oraz 90 kg K·ha<sup>-1</sup>; O/I - obornik 15-20 t·ha<sup>-1</sup>, ilość wnoszonych składników porównywalna z NPK/I; O/II - obornik 22,5-30,0 t·ha<sup>-1</sup>, ilość wnoszonych składników porównywalna z NPK/II; G/I - gnojowica 25-35 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; G/II - gnojowica 37,5-52,5 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. Nawożenie mineralne stosowano w formie saletry amonowej po 1/3 rocznej dawki pod każdy pokos, mączki fosforytowej w okresie wiosennym oraz siarczanu potasu w trzech równych dawkach wiosną oraz po I i II pokosie. Obornik stosowano jednorazowo jesienią, wykorzystując rozrzutnik obornika. Gnojowicę aplikowano metodą rozbrzygową w równych dawkach: wiosną oraz po I pokosie. Dawki obornika i gnojowicy ustalano na podstawie zawartości w nich azotu, przyjmując odpowiednie równoważniki jego wykorzystania (0,5 dla obornika oraz 0,7 dla gnojowicy). Równoważnik dla fosforu w obu nawozach stanowił 1, a dla potasu 0,7 w oborniku oraz 0,8 w gnojowicy. Niedobory fosforu w gnojowicy uzupełniano mączką fosforytową. W ramach badań wydzielono na łące łąki o powierzchni 0,3 ha, na których wyznaczono 5 stałych poletek o powierzchni 25 m<sup>2</sup>. Z poletek pobierano próby roślinności oraz gleby na zawartość Mg. Na każdym łące zainstalowano studzienki do pomiarów poziomu wody gruntowej oraz poboru próbek do oceny zawartości magnezu. Łąkę użytkowano trzykrotnie, a pobierane próbki runi mineralizowano w kwasie siarkowym i nadtlenku wodoru. Analizy wykonano za pomocą analizatora przepływowego. Plony suchej masy w runi łąkowej poddano ocenie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica. W bilansach magnezu po stronie przychodów uwzględniano jego wnoszenie z nawożeniem i opadem, a po stronie rozchodów - wynoszenie z plonem. Zasobność magnezu w glebie oznaczono w 0,5 M wyciągu HCl. Stężenia magnezu w wodzie określono metodą ASA.

### 3. Wyniki badań

Roczne plony suchej masy z poszczególnych obiektów w 2006 r. znacznie się różniły (rys. 1). Największy plon, istotnie większy w porównaniu z uzyskanymi ze wszystkich badanych obiektów, stwierdzono na NPK/II. Również duże plony uzyskano na obiektach G/I oraz O/II, były one istotnie większe niż na PK. W 2007 r. istotnie większy plon, w porównaniu do obiektu PK, uzyskano przy wszystkich rodzajach nawożenia. Plony w 2008 r. charakteryzowały się znacznie większym wyrównaniem w stosunku do poprzednich lat, przy czym istotnie większe plony niż na obiekcie PK stwierdzono na obiektach O/I, O/II oraz G/I.

Bilans magnezu na poszczególnych obiektach wykazuje znaczne zróżnicowanie (tab. 1), głównie ze względu na ilość jego wnoszenia. Na obiektach nawożonych nawozami mineralnymi jego źródłem są wyłącznie opady atmosferyczne, w ilości 1,5 kg Mg·ha<sup>-1</sup>. Na obiektach nawożonych nawozami naturalnymi to one są głównym źródłem jego wnoszenia, a ilości kształtują się od około 7 do ponad 45 kg Mg·ha<sup>-1</sup> w poszczególnych latach. Wynoszenie magnezu w plonach wykazuje w poszczególnych latach badań niewielką zależność od stosowanego nawożenia. Jednakże przyjmowało ono wartość pomiędzy latami od 16,7 kg Mg·ha<sup>-1</sup> w 2006 r. przy nawożeniu PK, do 31,2 kg Mg·ha<sup>-1</sup> przy NPK/II w 2008 r. Saldo bilansowe na wszystkich obiektach nawożonych nawozami mineralnymi wykazuje znacznie ujemne jego wartości od -15 do -30 kg Mg·ha<sup>-1</sup> z rysującą się tendencją wzrostu w kolejnych latach. Na obiektach nawożonych obornikiem saldo magnezu wykazuje dodatnie jego wartości. Na pierwszym poziomie (O/I) wykazuje ono wyraźną tendencję malejącą w kolejnych latach od 10,6 do 0,2 kg Mg·ha<sup>-1</sup>. Na drugim poziomie nawożenia (O/II) stwierdzono znacznie większe wartości salda oraz większe jego wyrównanie w porównywanych latach. Obiekty nawożone gnojówką, podobnie jak nawożone nawozami mineralnymi, wykazywały również ujemne saldo, lecz wyraźnie mniejsze od porównywanych. Wyższe nawożenie (G/II) znacznie zmniejszyło ujemne saldo magnezu we wszystkich latach.



Źródło: wyniki własne / Source: own studies

Rys. 1. Roczne plony suchej masy (t·ha<sup>-1</sup>) z poszczególnych obiektów  
Fig. 1. Annual dry matter yields (t·ha<sup>-1</sup>) from particular objects

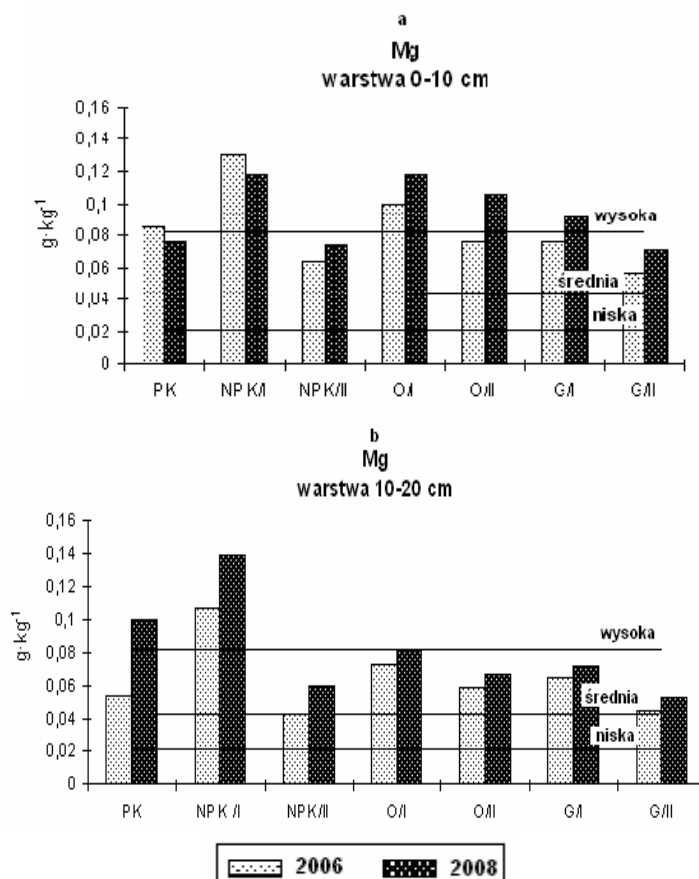
Tab. 1. Bilanse magnezu na obiektach o zróżnicowanym nawożeniu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )  
 Table 1. The balances of Mg on objects of diverse fertilization (in  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Lata	Składowe	PK	NPK/I	NPK/II	O/I	O/II	G/I	G/II
2006	wnoszenie (opad+nawożenie)	1,5	1,5	1,5	28,7	42,3	7,2	10,0
	wynoszenie	16,7	18,7	29,0	18,1	19,3	21,2	16,5
	saldo	<b>-15,2</b>	<b>-17,2</b>	<b>-27,5</b>	<b>10,6</b>	<b>23,0</b>	<b>-14,0</b>	<b>-6,5</b>
2007	wnoszenie (opad+nawożenie)	1,5	1,5	1,5	31,1	45,8	8,0	10,2
	wynoszenie	22,1	25,3	23,1	24,4	22,4	28,1	29,7
	saldo	<b>-20,6</b>	<b>-23,8</b>	<b>-21,6</b>	<b>6,7</b>	<b>23,4</b>	<b>-20,1</b>	<b>-19,5</b>
2008	wnoszenie (opad+nawożenie)	1,5	1,5	1,5	28,5	42,1	7,8	9,9
	wynoszenie	29,6	22,8	31,2	28,3	25,2	28,7	24,6
	saldo	<b>-28,1</b>	<b>-21,3</b>	<b>-29,7</b>	<b>0,2</b>	<b>16,9</b>	<b>-20,9</b>	<b>-14,7</b>

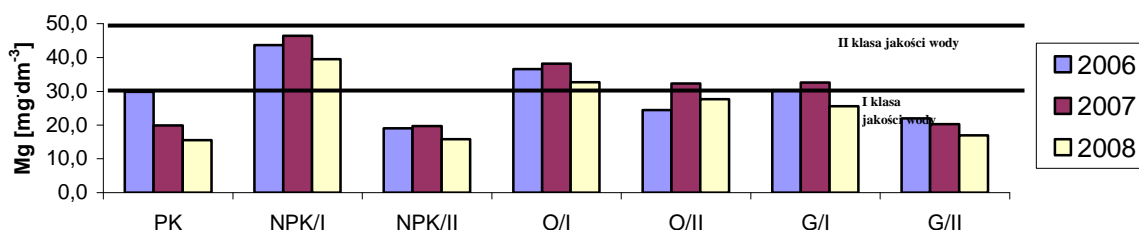
Zasobności przyswajalnych form magnezu w glebie (rys. 2a) na większości łańców doświadczenia w 2006 roku w warstwie od 0 do 10 cm mieściły się w przedziale średnich jego wartości. Wysoką zasobność w tej warstwie stwierdzono głównie na obiektach PK, NPK/I oraz O/I. Trzyletnie użytkowanie na obiektach nawożonych fosforem i potasem (PK) oraz na pierwszym poziomie nawożenia azotem (NPK/I) spowodowało obniżenie zasobności gleby w magnez a na drugim poziomie nawożenia niewielki jego wzrost. Na wszystkich obiektach nawożonych nawozami naturalnymi stwierdzono wzrost zasobności magnezu w warstwie gleby od 0 do 10 cm. W warstwie gleby od 10 do 20 cm (rys. 2b) stwierdzono mniejszą zasobność magnezu na wszystkich obiektach w 2006 r., a wysoką jego wartość jedynie na obiekcie NPK/I. Po trzech latach badań stwierdzono wyraźny wzrost zasobności magnezu na

wszystkich obiektach, niezależnie od sposobu oraz poziomu nawożenia, co wskazuje na jego przemieszczanie.

Najmniejsze stężenia magnezu w wodzie (rys. 3), tak jak i jego zasobność w glebie, stwierdzono na obiekcie NPK/II, a nieznacznie większe jego wartości na obiekcie PK w 2007 i 2008 r. W obu przypadkach w okresie badań wodę zaliczono do I klasy jej jakości [9]. Największe stężenia magnezu w wodzie gruntowej zaliczane do II klasy jakości nieznacznie zmieniające się w okresie badań, stwierdzono na obu obiektach NPK/I oraz O/I, tj. także o największej zasobności gleby w ten składnik. Stężenia magnezu w wodzie mieszczące się głównie w I klasie jej jakości lub na granicy I i II klasy w niewielkim stopniu zmieniające się w okresie badań stwierdzono na obiektach: O/II, G/I i G/II. Stężenia magnezu w wodach gruntowych z poszczególnych obiektów wykazywały znaczne zróżnicowanie wynikające głównie z zasobności gleby w ten składnik.



Rys. 2. Zasobność gleby w przyswajalne formy magnezu oznaczonego w 0,5 m HCl ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )  
 Fig. 2. The soil abundance in available forms of Mg marked in 0,5 m HCl (in  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )



Rys. 3. Średnie roczne stężenia magnezu w wodzie gruntowej ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )  
 Fig. 3. Annual average Mg concentrations in ground water ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )

#### 4. Dyskusja

Wyniki przeprowadzanych badań wskazały na znaczny potencjał plonotwórczy gleby torfowo-murszowej, gdyż uzyskane plony biomasy w przeliczeniu na suchą masę wynosiły od ok. 6 do ponad  $9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nawożenie wyłącznie fosforowo-potasowe (PK) na tej glebie, zwykle niedoborowej w dostarczane składniki, jak wskazują Okruszko i in. [8], zwiększa plonowanie, co potwierdziły uzyskane wyniki. Pełne nawożenie NPK na dość niskim poziomie ( $\text{N-60 kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), niezależnie od stosowanej formy nawozu, powodowało zwiększenie plonów, podobnie jak w badaniach Niczyporuka [7], Gryni [4] oraz Wesołowskiego [10].

W bilansie magnezu, tak jak we wcześniejszych badaniach Barszczewskiego [1], również na obiektach nawożonych gnojowicą stwierdzono wyraźną poprawę ujemnego jego salda bilansowego w porównaniu z nawożeniem mineralnym, a dodatnie wartości stwierdzono w wyniku nawożenia obornikiem. Nawożenie nawozami naturalnymi niezależnie od stosowanego poziomu nawożenia, tak jak w badaniach Kuszelewskiego i Łabętowicza [5], powodowało wyraźny wzrost zasobności magnezu w glebie. Wzrost zasobności magnezu na wszystkich obiektach w warstwie od 10 do 20 cm potwierdza wyniki Fotymy i Goska [2], wskazujące na jego przemieszczanie. Wyraźnie mniejsze stężenia magnezu w wodzie gruntowej w 2008 r. nie wskazują na jego wymywanie, co wynika z badań Łabętowicza i Rutkowskiej [6].

#### 5. Wnioski

1. Nawożenie nawozami naturalnymi poprawiając salda bilansowe magnezu wyraźnie zwiększa jego zasobność w glebie.
2. Wzrost zasobności magnezu w warstwie gleby od 10 do 20 cm na wszystkich obiektach świadczy o zachodzącym procesie jego przemieszczania.
3. Poziom stężenie magnezu w wodach gruntowych na poszczególnych obiektach świadczy, że nawożenie nawozami naturalnymi nie powoduje pogorszenia stanu jakości wód

pomimo znacznego wzrostu jego zasobności w górnych warstwach gleby.

#### 6. Bibliografia

- [1] Barszczewski J.: Zachowanie się potasu, wapnia i magnezu w układzie gleba-roślinność łąki trwałej deszczowanej. Rozprawa doktorska. IMUZ Falenty, 1997.
- [2] Fotyma M., Gosek S.: Przemieszczanie potasu i magnezu w profilu gleby nawożonej gnojowicą i nawozami mineralnymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2001, 480, 395-402.
- [3] Gotkiewicz J.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia łąki na glebie torfowej na wysokość i jakość plonów siana. Mat. Sympozjum, Z. 2. Olsztyn, 1986.
- [4] Grynia M.: Development of root mass of simple grassland mixtures as affected by cattle slurry and nitrogen fertilizer application. W: The role of nitrogen in intensive grassland production. Proceedings of an International Symposium of the European Grassland Federation, 25–29 August 1980. Wageningen. Pudoc, 1980, 164.
- [5] Kuszelewski L., Łabętowicz J.: Wpływ nawożenia mineralnego o różnym zróżnicowaniu składników pokarmowych i trwałego stosowania obornika na plony roślin w zmianowaniu. Cz. I. Trwałe doświadczenie nawozowe w Łęczynie (1960-1985). Roczn. Nauk Roln., 1992, Ser. A, 109, 3, 81-93.
- [6] Łabętowicz J., Rutkowska B.: Czynniki kształtujące stężenie magnezu w roztworze glebowym gleb użytkowanych rolniczo w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2001, 480, 103-111.
- [7] Niczyporuk A.: Nawożenie organiczno-mineralne jako czynnik ulepszenia składu botanicznego i zadarnienia łąki. Wiadomości Melioracyjne, 1979, Nr 10, 268-270.
- [8] Okruszko H., Gotkiewicz J., Szuniewicz J.: Zmiany zawartości mineralnych składników gleby torfowej pod wpływem wieloletniego użytkowania łąkowego. Wiadomości IMUZ, 1993, T. XVII z. 3, 139-151.
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych. Dz. U. nr 143 poz. 896.
- [10] Wesołowski P.: Nawożenie łąk nawozami naturalnymi w świetle doświadczeń Zachodniopomorskiego Ośrodka Badawczego IMUZ w Szczecinie. Opracowanie monograficzne. Wydawnictwo IMUZ, 2008, 56 ss.