

Grzegorz JARNUSZEWSKI, *Edward MELLER

PROPORCJE SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W ROŚLINACH UPRAWIANYCH NA GLEBACH POBAGIENNYCH NAWOŻONYCH CYNKIEM I MIEDZIĄ

MINERAL ELEMENT RATIOS IN PLANTS GROWN ON POST-BOG SOILS FERTILISED WITH ZINC AND COPPER

Zakład Gleboznawstwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Abstract. In pot experiments the influence of Zn and Cu fertilisation on the yield quantity and quality of the plants grown on the muck taken from 2 post-bog soils: peat-muck soil and mineral-muck soil on lacustrine chalk, was compared. The experiments were conducted in the years 2000–2002 and each year the pots were filled with a new muck material. The main crop included: maize (2000), spring barley (2001), spring wheat (2002); and aftercrop: mustard (2000), rape (2001) and oats (2002). Zinc dose was 18 mg Zn kg⁻¹ soil dry matter and copper – 9 mg Cu kg⁻¹ soil dry matter. Macro- and microelement content in plants afforded to calculate ion proportions of: K : Ca, K : Mg, K : [Ca + Mg] and weight proportions of Ca : P and Fe : Mn. A significant positive relationship was found between: the yield of maize, spring barley, rape, oats and the Ca:P ratio; and significantly negative between the yield of maize, barley, rape, oats and the K : [Ca + Mg] ratio. These studies show that the majority of plants grown on both kinds of post-bog soils are characterised by cation proportions departing from the optimum values for fodder or plant growth and development. The ratios of K : Ca, K : Mg and K : [Ca + Mg] were most often too narrow and Ca : Mg, Ca : P, Fe : Mn -too wide. The plants from mineral-muck soil on lacustrine chalk had wider ratios of K : Ca, K : Mg, K : [Ca + Mg], Fe : Mn, and narrower the Ca : P ratio in comparison with the plants grown on peat-muck soil. The Ca : P ratio was even in crops from both kinds of soil. Zinc and copper fertilisation resulted in narrowing the ratio of K : Ca, K : Mg and K : [Ca + Mg] in main crop; and widening in: mustard, rape and oats.

Słowa kluczowe: gleby pobagienne, nawożenie mikroelementami, proporcje ilościowe kationów w roślinach.

Key words: cation quantity proportions in plants, microelement fertilisation, post-bog soils.

WSTĘP

Spośród gleb organicznych Pomorza Zachodniego, zdaniem Niedźwieckiego i in. (1996) najmniejszą zawartością cynku charakteryzują się gleby pobagienne wykształcone na kredzie jeziornej. Największy kompleks takich gleb na Pojezierzu Szczecińskim występuje w okolicach jeziora Miedwie. Szczegółową charakterystykę ich właściwości przedstawia Meller (2006). Pod koniec ubiegłego wieku często zmieniano charakter ich użytkowania z łkowego na grunty orne, uprawiając głównie kukurydzę na zielonkę, ale również pszenicę i jęczmień. W początkowym okresie, po zmianie użytkowania, uzyskiwano zadawalające

* Adres do korespondencji – Corresponding author: dr hab. Edward Meller, prof. ZUT, Zakład Gleboznawstwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Juliusza Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, e-mail: edward.meller@zut.edu.pl.

plony roślin. Jednak po kilku latach stwierdzano systematyczny ich spadek, szczególnie plonu kukurydzy. Powszechnie przyjmuje się jednak, że wieloletnie użytkowanie rolnicze, zwłaszcza intensywne, gleb organicznych prowadzi do ich przeobrażenia i degradacji (Niedźwiecki i in. 2002, Meller 2003, Piaśnik i Gotkiewicz 2004).

Duża zawartość CaCO_3 oraz alkaliczny odczyn gleb pobagiennych podścielonych kredą jeziorną stwarzają, zdaniem wielu autorów (Łyduch 1972, Greinert 1987, Krzywonos 1993), niekorzystne warunki do rozwoju roślin. Jedną z przyczyn opisanego wcześniej spadku plonu roślin mógł być także deficyt mikroelementów. Jak podają Ostrowska i Sapek (1991) przyswajalność miedzi i cynku jest ograniczona w glebach o dużej zawartości substancji organicznej i alkalicznym odczynie. Plon kukurydzy ograniczać może szczególnie deficyt cynku (Ruszkowska i Wojcieszka-Wyskupajtis 1996, Szczepaniak i Musolf 2006). W dwuletnim doświadczeniu polowym, analizowano wcześniej statystycznie istotny wpływ współdziałania nawożenia miedzią i cynkiem na plon kukurydzy uprawianej na glebie mineralno-murszowej wykształconej na kredzie jeziornej (Meller 2005). Plon świeżej masy kukurydzy w przeprowadzonym doświadczeniu polowym dochodził do $88,1 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i był znacznie większy od średniej dla obszaru Polski.

Celem przeprowadzonego doświadczenia wazonowego było porównanie wpływu bezpośredniego nawożenia mikroelementami (Zn, Cu) na wysokość i jakość plonu roślin: kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays* L.), jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.), pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.), gorczycy białej (*Sinapis alba* L.), rzepaku jarego (*Brassica napus* L.) oraz owsa zwyczajnego (*Avena sativa* L.), uprawianych na murszu pobranym z dwóch gleb pobagiennych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie wazonowe założone metodą kompletnej randomizacji, wykonano trzykrotnie w latach 2000–2002. W każdym roku wazon (12 dm³) wypełniano nowo dostarczoną partią murszu. Na porównywanych glebach stosowano takie same dawki cynku lub miedzi, przeliczonych na ilość mikroelementu w odniesieniu do suchej masy murszu. Dawka cynku wynosiła $18 \text{ mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. gleby, a miedzi $9 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. gleby.

Liczba wazonów wynosiła 40, każdy z wariantów nawozowych (kontrola, Zn, Cu) wykonano w czterech powtórzeniach. Z każdego wazonu pobrano 1 próbkę gleby i 1 próbkę rośliny do analiz laboratoryjnych. Jako pierwszą, w roku 2000 uprawiano kukurydzę zwyczajną na zielonkę, a jako drugą gorczycę białą. W roku 2001 jako pierwszą roślinę uprawiano jęczmień jary, a jako drugą rzepak jary. Natomiast w roku 2002 pierwszą uprawianą rośliną była pszenica jara, a drugą owies zwyczajny. Dla wszystkich wariantów nawozowych pod roślinę uprawianą jako pierwszą przed wysiewem stosowano nawożenie NPK. Pod kukurydzę zwyczajną 24.04.2000 zastosowano nawożenie w dawce $70 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $100 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $290 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast 25.05.2000 r. zastosowano nawożenie azotem w dawce $36 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pod jęczmień jary przed wysiewem 17.04.2001 r. zastosowano nawożenie w dawce $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $90 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $90 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$, a 15.05.2001 r. zastosowano nawożenie azotem w dawce $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przed wysiewem pszenicy jarej 11.04.2002 r. zastosowano nawożenie w dawce $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $100 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $100 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$, a 09.05.2002 r. zastosowano nawożenie azotem w dawce $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W przypadku uprawy drugiej rośliny stosowano tylko nawożenie saletrą amonową w dawce $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ przed siewem i po czterech tygodniach od wysiewu.

Porównywane gleby pobagienne wykazywały zbliżony odczyn, a różniły się zawartością makroelementów (szczególnie K i Ca) oraz ilością cynku i miedzi (tab. 1).

Tabela 1. Właściwości chemiczne gleb przed założeniem doświadczenia
Table 1. Soil chemical properties before experiments

Rok Year	Straty przy żarzeniu Loss on ignition (%)	pH KCl	C org		N	C : N						
			(g · kg ⁻¹)				(g · kg ⁻¹)				(mg · kg ⁻¹)	
Gleba torfowo-murszowa – Peat-muck soil												
2000	29,34	6,5	154,2	14,4	10,7	3,33	2,00	3,28	23,1	0,17	56,8	15,1
2001	35,89	6,2	175,1	16,7	10,5	3,37	2,28	3,58	21,8	0,16	69,5	19,6
2002	36,38	6,3	193,6	16,0	12,1	3,36	2,05	3,38	20,9	0,18	56,4	15,6
Gleba mineralno-murszowa na kredzie jeziornej – Mineral-muck soil on lacustrine chalk												
2000	23,43	7,4	121,2	11,6	10,4	0,66	1,57	2,73	221,5	0,30	18,0	7,0
2001	21,80	7,2	114,0	11,2	10,2	0,22	1,56	2,86	247,9	0,29	23,0	6,5
2002	22,38	7,2	107,2	13,0	8,3	0,41	1,98	2,96	231,8	0,33	17,9	7,0

W średnich z powtórzeń próbkach glebowych oznaczono: straty masy przy prażeniu w temperaturze 550°C, odczyn gleby, zawartość węgla organicznego oraz azotu ogólnego. W próbkach materiału roślinnego oraz próbkach glebowych oznaczono zawartość ogólnych form makro- i mikroelementów w suchej masie, po mineralizacji w mieszaninie kwasów HNO₃ + HClO₄ przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej, fosfor oznaczono kolorymetrycznie. Uzyskane wyniki zawartości makro- i mikroelementów w roślinach pozwoliły wyliczyć proporcje jonowe: K : Ca, K : Mg, K : [Ca + Mg], Ca : Mg oraz wagowe Ca : P i Fe : Mn.

WYNIKI I DISKUSJA

Średni plon kukurydzy zwyczajnej, jęczmienia jarego oraz pszenicy jarej uprawianych na murszu gleby torfowo-murszowej był zdecydowanie wyższy od plonu tych roślin zebranych z gleby mineralno-murszowej na kredzie jeziornej, co przedstawiono w pracy Mellera (2011). Plon gorczycy białej, rzepaku jarego oraz owsa zwyczajnego zebranych z gleby mineralno-murszowej na kredzie jeziornej był wyższy niż roślin uprawianych na glebie torfowo-murszowej, wyniki wysokości plonu rośliny uprawianej jako druga zaprezentowano w pracy Mellera i Jarnuszewskiego (2011). Rośliny uprawiane na dwóch glebach odmiennie reagowały wielkością plonu na nawożenie Zn i Cu, co omówiono w pracy Meller (2005).

Obliczone współczynniki korelacji między wielkością plonu roślin, a określonymi proporcjami makroelementów wskazują, że były one od siebie nawzajem uzależnione, co potwierdza Wyszowski (2002). Szczególne znaczenie w kształtowaniu wielkości plonu odnosi się do proporcji K : [Ca + Mg] oraz Ca : P. Stwierdzono istotnie dodatnią zależność między plonem kukurydzy zwyczajnej, jęczmienia jarego, rzepaku jarego i owsa zwyczajnego a proporcją Ca : P, natomiast istotnie ujemną między plonem kukurydzy zwyczajnej, jęczmienia jarego, rzepaku jarego i owsa zwyczajnego a stosunkiem K : [Ca + Mg] (tab. 2). Zdaniem Wyszowskiego (2002) zależność między wysokością plonu owsa a wartością stosunków jonowych była dodatnia dla Ca : P, a ujemna dla K : [Ca + Mg].

Tabela 2. Korelacja między wielkością plonu roślin a proporcjami K : [Ca + Mg] i Ca : P
 Table 2. Correlation between plant yield and K : [Ca + Mg] and Ca : P ratios

Proporcje Proportions	Kukurydza Maize	Jęczmień – Barley		Pszenica – Wheat		Gorczyca Mustard	Rzepak Rape	Owies Oat
		słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno grain			
K : [Ca + Mg]	-0,80*	-0,29	-0,49*	0,34	0,82*	0,34	-0,88*	-0,86*
Ca : P	0,81*	0,74*	0,56*	-0,27	0,96*	-0,27	0,81*	0,87*

* – współczynnik istotny przy $p < 0,05$; coefficient significant at $p < 0.05$.

Dla rozwoju roślin, jak i jakości paszy duże znaczenie ma układ wzajemnych proporcji między składnikami mineralnymi. Optymalne proporcje powinny wynosić: K : Ca 2–4 : 1, K : Mg 2–6 : 1, K : [Ca + Mg] 1,62–2,2 : 1; Ca : Mg 3 : 1, Ca : P 2 : 1, Fe : Mn 1,5–2,5 : 1 (Underwood 1971, Łabuda i in. 1992, Falkowski i in. 2000, Krzywy i Krzywy 2001).

Przeprowadzone badania wskazują, że większość roślin uprawianych na obu glebach charakteryzowała się proporcjami kationów znacznie odbiegającymi od wartości optymalnych dla pasz lub dla wzrostu i rozwoju roślin (tab. 3 i 4).

Tabela 3. Proporcje jonowe i wagowe makro- i mikroelementów w plonie głównym
 Table 3. Ion and weight proportions of micro- and microelements in main crop

Gleba Soil	Rośliny Plants	Nawożenie Fertilisation	K : Ca	K : Mg	K : [Ca + Mg]	Ca : Mg	Ca : P	Fe : Mn
Torfowo-murszowa Peat-muck soil	Kukurydza Maize	NPK	1,86	2,29	1,02	1,24	3,19	10,44
		NPK + Zn	1,68	2,14	0,94	1,27	3,34	14,44
		NPK + Cu	1,65	2,13	0,93	1,30	3,29	20,73
	Jęczmień ziarno Barley grain	NPK	7,65	1,06	0,93	0,14	0,13	2,92
		NPK + Zn	8,42	1,15	1,01	0,14	0,11	4,09*
		NPK + Cu	8,22	1,08	0,96	0,13	0,12	3,30
	Jęczmień słoma Barley straw	NPK	0,27	0,67	0,19	2,49	39,7	7,32
		NPK + Zn	0,19	0,44	0,13	2,25	49,7	10,92*
		NPK + Cu	0,20	0,45	0,14	2,31	51,7	7,07
	Pszenica ziarno Wheat grain	NPK	6,05	1,53	1,22	0,25	0,15	1,66
		NPK + Zn	5,29	1,40	1,10*	0,27	0,14	2,02
		NPK + Cu	5,47	1,34	1,08	0,25	0,13	1,91
	Pszenica słoma Wheat straw	NPK	0,37	0,92	0,26	2,51	25,1	4,65
		NPK + Zn	0,36	0,87	0,25	2,38	26,5	4,76
		NPK + Cu	0,37	0,87	0,26	2,38	31,9	4,14
Mineralno-murszowa Mineral-muck soil on lacustrine chalk	Kukurydza Maize	NPK	5,77	10,46	3,70	1,82	1,83	21,82
		NPK + Zn	5,82	11,41	3,85	1,96	1,89	27,26
		NPK + Cu	5,50	9,43	3,47	1,71	1,58	23,98
	Jęczmień ziarno Barley grain	NPK	9,90	1,31	1,16	0,13	0,10	16,1
		NPK + Zn	9,62	1,60*	1,37*	0,17*	0,10	14,1
		NPK + Cu	9,71	1,35	1,18	0,14	0,09	11,4*
	Jęczmień słoma Barley straw	NPK	1,50	4,53	1,13	3,02	24,4	18,24
		NPK + Zn	1,30	4,40	1,00	3,42	20,6	15,07
		NPK + Cu	1,27*	4,16	0,97*	3,30	19,7	16,42
	Pszenica ziarno Wheat grain	NPK	9,44	0,99	0,90	0,11	0,055	20,56
		NPK + Zn	10,56	1,03	0,93	0,10	0,052	14,77
		NPK + Cu	10,58	0,90	0,83	0,09	0,045	21,07
	Pszenica słoma Wheat straw	NPK	1,87	5,26	1,38	2,82	5,99	24,40
		NPK + Zn	1,72	4,99	1,28	2,91	4,89	22,47
		NPK + Cu	1,96	5,52	1,45	2,83	6,41	22,15

* – różnica istotna przy $p < 0,05$; significant difference at $p < 0.05$.

Tabela 4. Proporcje jonowe i wagowe makro- i mikroelementów w poplonie
 Table 4. Ion and weight proportions of macro- and microelements in aftercrop

Gleba Soil	Rośliny Plants	Nawożenie Fertilisation	K : Ca	K : Mg	K : [Ca + Mg]	Ca : Mg	Ca : P	Fe : Mn
Torfowo-murszowa Peat-muck soil	Gorzycza Mustard	NPK	0,42	3,37	0,37	8,11	20,8	8,27
		NPK + Zn	0,47	3,82	0,42	8,07	20,2	10,20
		NPK + Cu	0,44	3,82	0,40	8,67	21,8	7,06
	Rzepak Rape	NPK	0,12	0,79	0,11	6,50	19,4	10,77
		NPK + Zn	0,13	0,93	0,12	7,10*	20,1	14,57
		NPK + Cu	0,13	0,83	0,11	6,67	18,7	11,44
	Owies Oat	NPK	0,67	1,49	0,46	2,09	4,96	2,40
		NPK + Zn	0,73	1,51	0,49	2,06	4,50	3,19*
		NPK + Cu	0,68	1,39	0,46	2,02	4,59	3,06*
Mineralno-murszowa Mineral-muck soil on lacustrine chalk	Gorzycza Mustard	NPK	0,84	6,91	0,75	8,22	12,4	8,99
		NPK + Zn	0,85	6,72	0,75	7,94	11,5	7,87
		NPK + Cu	0,84	7,42	0,75	8,84	11,8	5,59*
	Rzepak Rape	NPK	0,24	0,94	0,19	4,01	10,9	9,81
		NPK + Zn	0,24	1,00	0,19	4,25	12,9	9,48
		NPK + Cu	0,25	1,05	0,20	4,20	12,3	9,59
	Owies Oat	NPK	1,16	2,30	0,77	1,99	3,46	16,8
		NPK + Zn	1,32	2,65	0,88	2,01	3,56	16,7
		NPK + Cu	1,58*	3,41*	1,08*	2,16	3,28	20,7

* – różnica istotna przy $p < 0,05$; significant difference at $p < 0.05$.

Jednak jak wskazują Sykut i in. (1991) siano z łąk torfowych zawiera wyższą ilość Ca i Mg, a mniejszą K niż siano z łąk mineralnych. Analizując uzyskane wyniki badań należy stwierdzić, że bez względu na rodzaj murszu, na którym uprawiano rośliny oraz ich gatunku, obserwowano zbyt szeroki stosunek Fe : Mn; z wyjątkiem owsa zwyczajnego i pszenicy jarej (ziarno) uprawianych na glebie torfowo-murszowej. Rośliny uprawiane jako pierwsze, w zależności od gatunku i rodzaju murszu, charakteryzowały się albo zbyt wąskimi albo zbyt szerokimi relacjami pomiędzy składnikami (tab. 3). W gorzycy białej, rzepaku jarym i owsie zwyczajnym proporcje K : Ca, K : Mg oraz K : [Ca + Mg] były na ogół zbyt wąskie, zaś Ca : Mg oraz Ca : P zbyt szerokie (tab. 4). Podobnie w badaniach Trzaskosia i Mellera (2004) siano zebrane z gleby mineralno-murszowej, węglanowej charakteryzowało się zbyt wąskimi proporcjami K : Ca, K : Mg oraz K : [Ca + Mg], a zbyt szerokimi Ca : P. Przedstawione wyniki wskazują, że relacje między składnikami chemicznymi występującymi w badanych roślinach kształtowane były w dużym stopniu przez właściwości gleby. Uogólniając, rośliny uprawiane na murszu pobranym z gleby mineralno-murszowej na kredzie jeziornej charakteryzowały się szerszym stosunkiem K : Ca, K : Mg, K : [Ca + Mg] oraz Fe : Mn, a węższym Ca : P niż rośliny uprawiane na murszu pobranym z gleby torfowo-murszowej. Stosunek Ca : P w roślinach uprawianych na obu glebach był podobny. Dane w tabeli 1 wskazują, że mursz gleby torfowo-murszowej w stosunku do mineralno-murszowej zawierał około 8-krotnie więcej potasu, a 10-krotnie mniej wapnia. Zdaniem Panaka i Wojnowskiej (1982) o proporcjach składników mineralnych w roślinach decyduje w dużym stopniu wysycenie kompleksu sorpcyjnego gleby kationami, a w roślinach uprawianych na glebie o układzie kationów Ca : Mg : K : H jak 30,0 : 1,0 : 0,5 : 2,0 stwierdzili szerszy stosunek K : [Ca + Mg] niż przy układzie tych kationów w glebie jak 4,0 : 1,0 : 0,5 : 2,0.

Zastosowane doglebowo mikroelementy wpłynęły w znacznym stopniu na proporcje kationów w uprawianych roślinach; przy czym kierunek omawianych zmian był zróżnicowany i zależny zarówno od gatunku rośliny jak i od jej części użytkowej oraz rodzaju murszu (tab 3 i 4).

W roślinach uprawianych jako pierwsze na glebie torfowo-murszowej przy nawożeniu cynkiem i miedzią obserwowano, w stosunku do proporcji określonych dla obiektów kontrolnych, zawężanie się proporcji K : Ca, K : Mg oraz K : [Ca + Mg], ale statystycznie istotny efekt uzyskano tylko w przypadku nawożenia cynkiem dla ziarna pszenicy jarej. Natomiast w przypadku zbóż uprawianych na glebie mineralno-murszowej na kredzie jeziornej stwierdzono statystycznie istotny efekt zawężania proporcji K : Ca i K : [Ca + Mg] w słomie jęczmienia jarego po zastosowaniu miedzi, a rozszerzanie się proporcji K : Mg, K : [Ca + Mg] oraz Ca : Mg w ziarnie jęczmienia jarego w wyniku nawożenia cynkiem. Dla jęczmienia jarego i pszenicy jarej uprawianych na glebie torfowo-murszowej na ogół charakterystycznym było rozszerzanie się stosunku wagowego żelaza do manganu po zastosowaniu miedzi i cynku, ale statystycznie istotny efekt udowodniono tylko dla ziarna i słomy jęczmienia po zastosowaniu cynku. Z kolei dla zbóż uprawianych na glebie mineralno-murszowej na kredzie jeziornej obserwowano zawężanie się stosunku Fe : Mn, istotną różnicę uzyskano tylko dla ziarna jęczmienia po zastosowaniu miedzi.

Przy następczym wpływie nawożenia cynkiem i miedzią w zielonej masie gorczycy białej, rzepaku jarego i owsa zwyczajnego obserwowano tendencję do rozszerzania się proporcji K : Ca, K : Mg oraz K : [Ca + Mg]; statystycznie istotny efekt uzyskano jednakże wyłącznie w przypadku zielonej masy owsa zwyczajnego uprawianego na glebie mineralno-murszowej na kredzie jeziornej.

Stosunek Fe : Mn w gorczycy białej, rzepaku jarym i owsie zwyczajnym uprawianych na glebie torfowo-murszowej ulegał rozszerzeniu po zastosowaniu obu mikroelementów (różnicę istotną stwierdzono tylko dla owsa po zastosowaniu zarówno cynku, jak i miedzi). Proporcje wagowe żelaza do manganu w gorczycy białej, rzepaku jarym i owsie zwyczajnym uprawianych na glebie mineralno-murszowej na kredzie jeziornej ulegały natomiast zawężeniu, ale statystycznie istotny efekt uzyskano tylko dla gorczycy białej nawożonej miedzią.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotnie dodatnią zależność między plonem kukurydzy zwyczajnej, jęczmienia jarego, rzepaku jarego i owsa zwyczajnego a proporcją Ca : P, natomiast istotnie ujemną między plonem kukurydzy zwyczajnej, jęczmienia jarego, rzepaku jarego i owsa zwyczajnego, a stosunkiem K : [Ca + Mg].

2. Dla większości roślin objętych badaniami na obu porównywanych murszach charakterystyczny był wąski, w stosunku do wartości optymalnych dla ich wzrostu, zakres proporcji K : Ca, K : Mg, K : [Ca + Mg] oraz Ca : Mg, a na ogół za szeroki Ca : P i Fe : Mn.

3. Rośliny uprawiane na glebie torfowo-murszowej charakteryzowały się zdecydowanie węższymi proporcjami K : Ca, K : Mg, oraz K : [Ca + Mg] niż rośliny uprawiane na glebie mineralno-murszowej na kredzie jeziornej.

4. Wagowy stosunek żelaza do manganu w kukurydzy zwyczajnej, jęczmieniu jarym, pszenicy jarej i owsie zwyczajnym, które uprawiano na glebie mineralno-murszowej wykształconej na kredzie jeziornej był od kilku do kilkudziesięciu razy szerszy niż u tych samych roślin zebranych z gleby torfowo-murszowej.

5. Nawożenie cynkiem i miedzią powodowało na ogół rozszerzenie proporcji Fe : Mn u roślin uprawianych na glebie torfowo-murszowej, a zawężenie tego stosunku w roślinach uprawianych na glebie mineralno-murszowej na kredzie jeziornej.

6. W słomie jęczmienia jarego, a także ziarnie i słomie pszenicy jarej uprawianych na obu murszach przy doglebowym stosowaniu mikroelementów zaobserwowano, w odniesieniu do obiektów kontrolnych, zawężanie się proporcji K : Ca, K : Mg oraz K : [Ca + Mg]; istotne różnice stwierdzono w ziarnie pszenicy jarej po zastosowaniu cynku i w słomie jęczmienia jarego po zastosowaniu miedzi.

7. W roślinach uprawianych w jako drugie (gorczycy białej, rzepaku jarym i owsie zwyczajnym) po zastosowaniu mikroelementów zaobserwowano zaś tendencję do rozszerzania się proporcji K : Ca, K : Mg oraz K : [Ca + Mg]; istotny efekt uzyskano wyłącznie w przypadku zielonej masy owsa zwyczajnego.

PIŚMIENNICTWO

- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.** 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wydaw. AR Poznań, 1–132.
- Greinert H.** 1987. Efektywność nawożenia użytków zielonych na glebach wytworzonych z wapiennych osadów jeziornych [w: Kreda jeziora i gytie]. Materiały konferencji naukowo-technicznej, Gorzów Wlkp., Zielona Góra, październik 1987. T. 3., Gorzów Wlkp., 147–152.
- Krzywonos K.** 1993. Plonowanie łąki na glebach mineralno-murszowych węglanowych nakredowych pod wpływem nawożenia mineralnego. Wiad. Inst. Melior. Użyt. Ziel. 17 (3), 79–96.
- Krzywy E., Krzywy J.** 2001. Stosunki jonowe N : S oraz Fe : Mn jako czynniki wskazujące na jakość plonów roślin uzyskanych pod wpływem odpadu 7 · hydratu siarczanu (VI) żelaza (II). Folia Univ. Stetin., 221 Agricultura (88), 133–140.
- Łabuda S., Filipek T., Dechnik I.** 1992. Reakcja owsa na zróżnicowane formy wapnia i magnezu w doświadczeniu modelowym. Roczn. Glebozn. 43, 29–35.
- Łyduch L.** 1972. Zbiorowiska łąkowo-bagienne gleb węglanowych w południowej części województwa szczecińskiego i gospodarcze ich wykorzystanie. Rozpr. WSR Szczec. 32.
- Meller E.** 2003. Właściwości fizyczne gleb gytioowo-murszowych w zależności od różnego sposobu ich rolniczego użytkowania. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol. 493, 667–675.
- Meller E.** 2005. Sprawozdanie z badań przeprowadzonych w ramach grantu nt. „Wpływ ornego użytkowania na właściwości gleb gytioowo-murszowych w obrębie jeziora Miedwie” AR Szczec. (maszynopis).
- Meller E.** 2006. Płytkie gleby organogeniczno-węglanowe na kredzie jeziornej oraz ich przeobrażenia w wyniku uprawy. Rozpr. AR Szczec. 233.
- Meller E.** 2011. Porównanie składu chemicznego roślin uprawianych na glebie murszowo-torfowej oraz mineralno-murszowej na kredzie jeziornej pod wpływem nawożenia cynkiem i miedzią. J. Elemntology, Vol. 16, No. 3, Supplement 2011, 32–33.
- Meller E., Jarnuszewski G.** 2011. Porównanie wpływu nawożenia cynkiem i miedzią na plon roślin uprawianych w poplonie na glebie murszowo-torfowej oraz mineralno-murszowej na kredzie jeziornej. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol. 565, 207–212.
- Niedźwiecki E., Protasowicka A., Protasowicki M.** 1996. Cynk w glebach organicznych, roślinności łąkowej i surowicy krów województwa szczecińskiego. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol. 434, 519–524.
- Niedźwiecki E., Trzaskoś M., Koćmił A., Meller E.** 2002. Oddziaływanie melioracji i zmiennego natężenia pratotechniki na właściwości gleb organicznych i zbiorowiska roślinne w dolinie rzeki Iny. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol. 484, 409–423.

- Ostrowska B., Sapek A.** 1991. Mangan, cynk i miedź w układzie gleba – roślinność na przykładzie doliny Obry [w: Mat. VI Symp. „Mikroelementy w Rolnictwie”], 9–10 września 1987. Akademia Rolnicza we Wrocławiu, 199–202.
- Panak H., Wojnowska T.** 1982. Wpływ zróżnicowanego wysycenia pojemności sorpcyjnej gleb kationami Ca, Mg, K na plonowanie i skład chemiczny kukurydzy i gorczycy białej (Badania wstępne). Roczn. Glebozn. 33, 37–45.
- Piaśnik H., Gotkiewicz J.** 2004. Klasyfikacja i bonitacja gleb organicznych Polski [w: Bonitacja i klasyfikacja gleb Polski]. Red. S. Nawrocki, B. Dobrzański, S. Grundas. Instytut Agrofizyki, Lublin, 17–19.
- Ruszkowska M., Wojcieszka-Wyskupajtyś U.** 1996. Mikroelementy – fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol. 434, 1–11.
- Sykut A., Gajda J., Szynal J.** 1991. Wpływ wapnowania na zawartość makro- i mikroelementów w sianie [w: Mat. VI Symp. „Mikroelementy w Rolnictwie”], 9–10 września 1987. Akademia Rolnicza we Wrocławiu, 241–246.
- Szczepaniak W., Musolf R.** 2006. Cynk dla kukurydzy. Farmer, nr 9, 32.
- Trzaskoś M., Meller E.** 2004. Proporcje składników mineralnych w runi łąkowej wzbogaconej kminkiem zwyczajnym (*Carum carvi* L.) uzyskanej z gleby mineralno-murszowej, węglanowej przy zmiennym nawożeniu azotem. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol. 499, 341–349.
- Underwood S.J.** 1971. Żywnienie mineralne zwierząt. PWRiL, Warszawa.
- Wyszkowski M.** 2002. Kształtowanie się relacji między makroelementami w owsie w zależności od zanieczyszczenia gleby ołowiem. J. Elementol. 7 (4), 300–308.

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010–2012 jako projekt badawczy nr N N305 031139.