

EDWARD MELLER*, GRZEGORZ JARNUSZEWSKI*

**SKŁAD CHEMICZNY ROŚLIN UPRAWIANYCH NA GLEBACH
POBAGIENNYCH NAWOŻONYCH CYNKIEM I MIEDZIĄ**

Streszczenie

W doświadczeniach wazonowych porównano wpływ nawożenia Zn i Cu na wysokość i jakość plonu roślin uprawianych na murszu pobrany z dwóch gleb pobagiennych wytworzonych na węglanowych osadach limnicznych: organicznej limnowo-murszowej i murszowo-glejowej. Doświadczenia prowadzono w latach 2000-2002, w każdym roku wazony wypełniano nowo dostarczoną partią murszu. W plonie głównym uprawiano: kukurydzę (2000 r.), jęczmień jary (2001 r.) i pszenicę jarą (2002 r.), a w poplonie: gorczycę białą (2000 r.), rzepak jary (2001 r.) i owies (2002 r.). Dawka cynku wynosiła 18 mg Zn·kg⁻¹ s.m. gleby, a miedzi 9 mg Cu·kg⁻¹ s.m. gleby.

Słowa kluczowe: gleby pobagiennie, nawożenie, murasz

WSTĘP

Obszary występowania gleb murszowych przeważnie użytkowane są jako łąki i pastwiska. Jednak czasami w obrębie wyższych tarasów dolin rzecznych oraz na obszarach zmeliorowanych gleby te wykorzystywane są jako grunty orne. Od dawna znany jest i przedstawiany w literaturze niedobór miedzi i cynku w glebach organicznych [Niedźwiecki i Łyduch 1992, Krzywonos 1993, Meller 2006]. Miedź jest pierwiastkiem, który u roślin pełni rolę aktywatora enzymów oraz bierze udział w procesach fotosyntezy, oddychania, powstawania białek, metabolizmie błon komórkowych, reprodukcji nasion. Deficyt tego pierwiastka w glebach powoduje u roślin m. in. chlorozy liści czy "chorobę nowin" w przypadku zbóż [Kubicka i Jaroń 2011]. Cynk jest składnikiem wielu enzymów, bierze udział w metabolizmie węglowodanów, białek, związków

* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Gleboznawstwa, Łąkarstwa i Chemii Środowiska

fosforowych, reguluje przepuszczalność błon komórkowych czy syntezę auksyn [Korzeniowska 2009]. W glebach pobagiennych na osadach węglanowych przyswajalność Zn i Cu jest ograniczana poprzez ich alkaliczny odczyn i dużą zawartość materii organicznej [Ostrowska i Sapek 1991]. Jakość uzyskiwanych plonów roślin uprawianych w obrębie występowania gleb pobagiennych, może być w dużej mierze kształtowana przez nawożenie mikroelementami.

Celem przeprowadzonego doświadczenia wazonowego było porównanie wpływu bezpośredniego nawożenia mikroelementami (Zn, Cu) na skład chemiczny 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.

Metodyka

Doświadczenie wazonowe wykonano trzykrotnie w latach 2000-2002 metodą kompletnej randomizacji. Wazony (12 dm³) w każdym roku wypełniano nowo dostarczoną partią murszu. Dawka cynku wynosiła 18 mg Zn·kg⁻¹ s.m. gleby, a miedzi 9 mg Cu·kg⁻¹ s.m. gleby na obu porównywanych glebach. Łączna liczba wazonów wynosiła 40, z każdego z nich pobrano 1 próbkę gleby i 1 próbkę rośliny do analiz laboratoryjnych. Ustalony warianty nawożenia (kontrola, Zn, Cu) wykonano w czterech powtórzeniach. Pierwszą uprawianą rośliną w roku 2000 była kukurydza zwyczajna na zielonkę, natomiast drugą gorczyca biała. W roku 2001 pierwszą uprawianą rośliną był jęczmień jary, a drugą rzepak jary. Natomiast w roku 2002 jako pierwszą uprawiano pszenicę jarą, a drugą owies zwyczajny. Dla wszystkich wariantów nawozowych przed wysiewem roślin uprawianych jako pierwsze stosowano nawożenie NPK. Pod kukurydzą zwyczajną 24.04.2000 zastosowano nawożenie w dawce 70 kg N ha⁻¹, 100 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 290 kg K₂O·ha⁻¹, natomiast 25.05.2000 zastosowano nawożenie azotem w dawce 36 kg N ha⁻¹. Pod jęczmień jary przed wysiewem 17.04.2001 zastosowano nawożenie w dawce 30 kg N ha⁻¹, 90 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 90 kg K₂O·ha⁻¹, a 15.05.2001 zastosowano nawożenie azotem w dawce 30 kg N·ha⁻¹. Przed wysiewem pszenicy jarej 11.04.2002 zastosowano nawożenie w dawce 30 kg N·ha⁻¹, 100 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 100 kg K₂O·ha⁻¹, a 09.05.2002 zastosowano nawożenie azotem w dawce 90 kg N·ha⁻¹. Pod drugą uprawianą roślinę stosowano tylko nawożenie saletrą amonową w dawce 50 kg N·ha⁻¹ przed siewem i po czterech tygodniach od wysiewu.

W średnich z powtórzeń próbkach glebowych oznaczono: straty na żarzeniu w temp. 550°C, odczyn gleby, zawartość C_{org} oraz N_{og}. Zarówno w próbkach glebowych (K, Mg, Ca, Na, Zn i Cu) jak i próbkach roślinnych (K, Mg, Ca, Na, Mn, Zn, Cu) oznaczono zawartość ogólną makro- i mikroelementów w suchej

masie po mineralizacji w mieszaninie kwasów $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej, natomiast fosfor oznaczono kolorymetrycznie.

WYNIKI

Porównywane gleby pobagiennie należały do typu gleb organicznych murszowych (organiczna limnowo-murszowa) i glejowych (murszowo-glejowa) [SgP 2011]. Gleby te wykazywały zbliżony odczyn, a różniły się zawartością makroelementów (szczególnie K i Ca) oraz ilością cynku i miedzi (tab. 1).

Tab. 1. Właściwości chemiczne gleb przed założeniem doświadczenia

Tab. 1. Soil chemical properties before experiments

Rok Year	Straty przy żarzeniu Loss on ignition (%)	pH KCl	C org		N C : N	K P Mg Ca				Na Zn Cu		
			(g·kg ⁻¹)			(g·kg ⁻¹)				(mg·kg ⁻¹)		
Gleba organiczna murszowa – organic 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 glejowa – gley soil												
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

Rośliny zebrane z porównywanych w doświadczeniu gleb wyraźnie różniły się składem chemicznym (tab. 2-5). Spośród makroelementów na szczególną uwagę zasługują różnice w zawartości w roślinach fosforu i potasu. Wszystkie rośliny zebrane z gleby murszowo-glejowej charakteryzowały się wyraźnie większą zawartością P i K od roślin zebranych z gleby organicznej limnowo-murszowej (w przypadku P od 1,15-krotnie dla kukurydzy do 4,09-krotnie dla słomy pszenicy, zaś w przypadku K od 1,10-krotnie dla ziarna pszenicy do 5,79-krotnie dla słomy jęczmienia). Wykazana wyższa ilość fosforu i potasu w roślinach uprawianych na glebie murszowo-glejowej występowała pomimo wyższej zawartości tych pierwiastków w glebie organicznej murszowej (tab. 1). Zestawienie to wskazuje, iż znaczna zawartość CaCO_3 w glebie murszowo-glejowej nie ograniczała w znacznym stopniu dostępności fosforu i potasu dla roślin.

Tab. 2. Skład chemiczny roślin uprawianych w plonie głównym na murszu pobranym z gleby organicznej murszowej w latach 2000-2002

Tab. 2. The chemical composition of plants being cultivated as a main crop on muck earth taken from the organic muck soil in 2000-2002

Nawożenie Fertilisation	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	g·kg ⁻¹ s.m. - g·kg ⁻¹ d.m.						mg·kg ⁻¹ s.m. - mg·kg ⁻¹ d.m.			
Kukurydza – maize										
NPK	22,3	2,48	28,3	7,82	3,85	0,027	137,2	13,0	35,3	3,47
NPK + Zn	23,2	2,53	27,8	8,43	4,04	0,027	168,0	11,1	57,6*	3,72
NPK + Cu	21,5	2,41	25,3	7,84	3,69	0,020	187,2	8,23*	36,9	7,78*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	3,4	7,3	0,95
Jęczmień ziarno – barley grain										
NPK	24,2	2,44	4,65	0,31	1,37	0,34	36,9	12,4	44,3	10,00
NPK + Zn	24,7	2,74	5,01	0,31	1,36	0,37	38,6	9,46	47,0	10,53
NPK + Cu	24,2	2,56	4,84	0,30	1,39	0,36	37,8	11,30	43,7	12,08*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	2,13	r.n.	0,83
Jęczmień słoma – barley straw										
NPK	8,93	0,41	8,12	15,7	3,84	3,52	156,2	20,98	90,9	3,96
NPK + Zn	9,49	0,36	6,47	17,1	4,61	3,95	211,4	18,80	122,7	4,38
NPK + Cu	8,19	0,33	6,27	16,6	4,37	3,44	178,1	24,63	108,6	4,99
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	1,35	r.n.	r.n.	0,47	r.n.	3,91	r.n.	r.n.
Pszenvica ziarno – wheat grain										
NPK	19,9	2,66	4,51	0,38	0,92	0,025	32,8	19,4	32,9	6,82
NPK + Zn	19,8	3,13	4,40	0,43	0,98	0,030	37,8	18,8	37,3	7,28
NPK + Cu	18,9	3,14	4,31	0,41	1,00	0,024	36,1	18,8	36,7	8,30*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	2,53	1,40
Pszenvica słoma – wheat straw										
NPK	8,97	0,56	10,14	14,1	3,42	1,71	157,1	31,8	48,3	6,30
NPK + Zn	10,63	0,54	10,04	14,3	3,65	1,91	128,0	25,2	56,7	6,91
NPK + Cu	11,28	0,44	9,73*	13,6	3,47	1,82	108,6	25,1	50,8	8,75*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	0,11	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	1,43

* - różnica istotna przy $p < 0,05$; significant difference at $p < 0,05$

W przeprowadzonych badaniach nie potwierdzono wpływu nawożenia cynkiem i miedzią na wzrost zawartości P i K w roślinach uprawianych w plonie głównym, poza ziarnem jęczmienia. Podobny brak zależności w przypadku pszenicy jarej i ozimej, jęczmienia i kukurydzy stwierdzili Rabikowska i Wilk [1991]. Ziętecka [1989] nie potwierdza wpływu nawożenia miedzią na zawartość P w ziarnie pszenicy. Spychaj-Fabisiak i in. [2010] natomiast wskazują istotny wpływ nawożenia cynkiem na zawartość Zn i Cu w kukurydzy przy czym uzależniony był on od formy zastosowanego nawozu.

Tab. 3. Skład chemiczny roślin uprawianych w plonie głównym na murszu pobranym z gleby glejowej w latach 2000-2002

Tab. 3. The chemical composition of plants being cultivated as a main crop on muck earth taken from the gley soil in 2000-2002

Nawożenie Fertilisation	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	g·kg ⁻¹ s.m. - g·kg ⁻¹ d.m.						mg·kg ⁻¹ s.m. - mg·kg ⁻¹ d.m.			
Kukurydza – maize										
NPK	13,0	2,85	57,6	5,11	1,74	0,034	196,8	8,88	29,3	1,86
NPK + Zn	11,6	2,74	58,3	5,14	1,60	0,037	216,7	7,83	60,3*	2,33
NPK + Cu	12,5	2,93	48,9*	4,60	1,63	0,029	149,8	6,13*	26,8	5,53*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	4,5	r.n.	r.n.	r.n.	52,0	1,17	17,6	0,93
Jęczmień ziarno – barley grain										
NPK	24,2	3,48	6,36	0,33	1,51	0,28	61,6	3,77	57,6	2,60
NPK + Zn	24,8	4,20	8,02*	0,43*	1,56	0,29	55,9	3,93	73,0*	1,83
NPK + Cu	22,7	3,87	6,94	0,37	1,60*	0,31	41,9*	3,82	51,6	9,40*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	1,00	0,09	0,08	r.n.	10,7	r.n.	9,9	1,86
Jęczmień słoma – barley straw										
NPK	12,4	0,67	47,0	16,1	3,24	3,87	188,3	10,2	117,7	2,38
NPK + Zn	14,3	0,92*	46,5	18,5	3,30	3,72	206,2	13,5*	133,5	1,88
NPK + Cu	13,8	0,97*	46,7	19,0	3,51	3,68	173,2	10,4	124,8	3,39*
NIR _{0,05}	r.n.	0,21	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	2,1	r.n.	0,50
Pszenica ziarno – wheat grain										
NPK	34,0	4,92	4,97	0,27	1,56	0,014	72,2	3,50	67,0	2,28
NPK + Zn	36,2	5,18	5,38	0,26	1,64*	0,011	76,8	5,40	133,8*	2,76
NPK + Cu	37,0	4,90	4,53	0,22	1,56	0,011	74,3	3,68	84,6	7,08*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,05	r.n.	r.n.	r.n.	42,0	1,01
Pszenica słoma – wheat straw										
NPK	15,7	2,29	49,5	13,6	2,93	0,35	229,9	9,25	45,8	5,87
NPK + Zn	18,4*	3,06	49,5	14,8	3,09	0,32	177,0	7,80	110,2*	5,00
NPK + Cu	17,3	2,37	52,3	13,7	2,94	0,33	172,1	7,63	57,0	7,97*
NIR _{0,05}	2,1	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	36,5	2,29

Immobilizacja i dostępność fosforu w glebie dla roślin są uzależnione m. in. od odczynu, zawartości jonów wapnia, ilości i jakości materii organicznej oraz stosunku C:P w glebie [Urbaniak i Sapek 2010]. Stosunek C:P decyduje o przewadze procesów sorpcji biologicznej lub mineralizacji, a w konsekwencji o ilości przyswajalnych form fosforu. Wartość tego stosunku poniżej 100:1 może wskazywać na dużą zasobność w przyswajalny fosfor [Kalembasa i Becher 2010]. Również w przeprowadzonym doświadczeniu wzajemne relacje między zawartością w porównywanych glebach węgla organicznego i fosforu

zdecydowały o ilości tego makroelementu w uprawianych roślinach. W obu badanych glebach (w roku 2001 i 2002) proporcje C:P utrzymywały się poniżej wartości 100:1, oprócz roku 2000, w którym stosunek ten był wyższy. Spośród mikroelementów zdecydowane różnice w składzie chemicznym wszystkich roślin, obserwowano dla manganu i miedzi. Rośliny uprawiane na glebie organicznej murszowej zawierały tych składników (w przypadku Mn od 1,27 do 6,66-krotnie, zaś Cu od 1,07 do 3,85-krotnie) więcej od roślin zebranych z gleby glejowej. Na uwagę zasługuje ponadto porównanie wpływu nawożenia mikroelementowego na zawartość cynku i miedzi w uprawianych roślinach. Przy bezpośrednim wpływie doglebowego nawożenia cynkiem i miedzią we wszystkich uprawianych roślinach, bez względu na rodzaj gleby, stwierdzono wyższą zawartość tych składników w stosunku do ich zawartości w roślinach zebranych z obiektów kontrolnych (tab. 2-5).

Tab. 4. Skład chemiczny roślin uprawianych w poplonie na murszu pobranym z gleby organicznej murszowej w latach 2000-2002

Tab.4. The chemical composition of plants being cultivated in aftercrop on muck earth taken from the organic muck soil in 2000-2002

Nawożenie Fertilisation	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	g·kg ⁻¹ s.m. - g·kg ⁻¹ d.m.						mg·kg ⁻¹ s.m. - mg·kg ⁻¹ d.m.			
Gorzycza – mustard										
NPK	24,5	2,25	38,1	46,9	3,51	7,00	217,8	26,2	83,5	7,83
NPK + Zn	24,8	2,19	40,6	43,9	3,30	8,35	212,2	20,6*	166,4*	6,49*
NPK + Cu	25,3	2,21	41,2	47,9	3,36	7,68	171,9	24,1	85,0	6,32*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	4,3	18,3	0,78
Rzepak – rape										
NPK	35,0	2,86	12,9	54,6	5,10	5,18	304,8	27,4	67,9	7,23
NPK + Zn	34,0	2,99	15,1*	59,3	5,07	4,33	421,8	26,9	77,1*	6,89
NPK + Cu	34,4	3,04	13,8	56,7	5,16	4,78	305,7	25,7	62,8	6,71
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	1,8	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	5,1	r.n.
Owies – oat										
NPK	52,5	2,42	15,3	12,0	3,56	23,1	224,4	91,3	49,2	9,09
NPK + Zn	57,3	2,75	17,2	12,3	3,66	22,2	209,2	65,5*	67,9*	9,22
NPK + Cu	53,3	2,62	15,4	12,0	3,61	19,9	209,5	66,9*	44,1	9,27
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	19,8	10,6	r.n.

Tab. 5. Skład chemiczny roślin uprawianych w poplonie na murszu pobranym z gleby glejowej w latach 2000-2002

Tab. 5. The chemical composition of plants being cultivated in aftercrop on muck earth taken from the gley soil in 2000-2002

Nawożenie Fertilisation	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	g·kg ⁻¹ s.m. - g·kg ⁻¹ d.m.						mg·kg ⁻¹ s.m. - mg·kg ⁻¹ d.m.			
Gorczyca – mustard										
NPK	24,5	2,67	54,2	33,1	2,45	2,06	122,1	13,5	49,4	3,23
NPK + Zn	22,8	2,80	53,1	32,2	2,46	2,38	139,5	17,4	111,4*	3,97
NPK + Cu	23,2	2,67	51,6	31,5	2,17	2,33	86,3	15,2	38,4	6,33*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	41,9	r.n.	10,9	0,78
Rzepak – rape										
NPK	35,1	3,62	18,0	39,4	5,95	17,41	214,5	21,5	77,5	5,71
NPK + Zn	36,1	3,21	18,6	40,5	5,79	17,11	204,1	21,2	86,3*	5,91
NPK + Cu	36,5	3,31	19,9	40,9	5,90	13,51	203,3	20,8	66,9	7,17*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	9,9	0,37
Owies – oat										
NPK	51,5	3,88	30,2	13,4	4,09	29,4	234,4	13,7	70,1	3,60
NPK + Zn	55,6	3,79	34,5	13,5	4,06	27,7	229,4	13,6	92,6*	3,27
NPK + Cu	55,3	4,04	40,7*	13,2	3,72*	25,5*	189,7	9,1*	50,4	6,40*
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	8,8	r.n.	0,30	3,6	r.n.	2,4	6,9	1,66

Następczy wpływ nawożenia cynkiem i miedzią na glebie murszowo-glejowej powodował istotny wzrost zawartości tych składników w masie roślin, natomiast następczy wpływ nawożenia Zn i Cu na glebie organicznej limnowo-murszowej decydował o wzroście zawartości cynku w roślinach (tab. 4 i 5). Udowodnione różnice pozwalają sformułować uogólnienie, iż w krótkim okresie czasu od wprowadzenia do gleby murszowo-glejowej nawozowych form cynku i miedzi, pierwiastki te nie ulegają immobilizacji, a znaczna zawartość CaCO₃ oraz alkaliczny odczyn tych gleb nie ograniczają pobierania tych pierwiastków przez rośliny. W przypadku zaś gleby organicznej limnowo-murszowej, dla której powszechnie znany jest problem choroby nowin, miedź wprowadzona do gleby w postaci soli siarczanu została w znacznym stopniu związana w trwałe, nieprzyswajalne dla roślin, połączenia z substancją organiczną. Nawożenie miedzią istotnie zwiększyło zawartość K w owsie uprawianym w poplonie w przeciwieństwie do wyników jakie otrzymali Ziętecka i Dynasiuk [1991]. Jasiewicz [1990] wskazuje natomiast na wpływ nawożenia miedzią oraz zawartości Mn, Zn i Fe w glebie na zawartość tych pierwiastków w badanych roślinach.

WNIOSKI

- Pomimo większej zawartości P i K w glebie organicznej limnowo-murszowej rośliny zebrane z murszu gleby murszowo-glejowej charakteryzowały się większą zawartością tych pierwiastków. Może to wskazywać, że zwiększona zawartość CaCO₃ w murszu gleby murszowo-glejowej nie wpływała ograniczająco na przyswajalność P i K przez uprawiane rośliny.
- Bezpośredni wpływ doglebowego nawożenia cynkiem i miedzią, bez względu na rodzaj gleby, decydował o większej zawartości Zn i Cu we wszystkich uprawianych roślinach w porównaniu do zawartości tych składników w roślinach zebranych z obiektów kontrolnych.
- Działanie następcze nawożenia mikroelementami zależało natomiast od rodzaju murszu; na murszu gleby murszowo-glejowej nastąpił wzrost zawartości Zn i Cu w masie roślin, a na murszu gleby organicznej limnowo-murszowej wzrost zawartości tylko cynku.
- Przedstawione powyżej zależności sugerują, że w krótkim okresie czasu od wprowadzenia Zn i Cu do murszu gleby murszowo-glejowej, charakteryzującego się dużą zawartością CaCO₃, pierwiastki te nie ulegają unieruchomieniu.

LITERATURA

1. JASIEWICZ CZ.; 1990. Wpływ miedzi na pobieranie manganu, cynku i żelaza przez rośliny część I. doświadczenia wazonowe. Roczniki Gleboznawcze T. XLI Nr 3/4, 125-134
2. KALEMBASA D., BECHER M.; 2010. Zasobność w fosfor gleb użytków zielonych doliny Liwca na Wysoczyźnie Siedleckiej. Woda-Środowisko- Obszary Wiejskie 2010: t. 10 z.3 (31), 107-117.
3. KORZENIOWSKA J.; 2009. Znaczenie cynku w uprawie pszenicy. Postępy Nauk Rolniczych Nr 2/2009, 3-17.
4. KRZYWONOS K.; 1993. Plonowanie łąki na glebach mineralno-murszowych węglanowych nakredowych pod wpływem nawożenia mineralnego. Wiadomości IMUZ, t. 17, z. 3, 79-95.
5. KUBICKA H., JARON N.; 2011. Działanie jonów miedzi na wzrost siewek linii wsobnych żyta (*Secale cereale* L.). Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych Nr 48, 96-103.
6. MELLER. E.; 2006. Płytkie gleby organogeniczno-węglanowe na kredzie jeziornej i ich przeobrażenia w wyniku uprawy. AR w Szczecinie, rozprawy Nr 233, ss 115.
7. NIEDŹWIECKI E., ŁYDUCH L.; 1992. Zawartość niektórych mikroelementów w glebach gytowo-murszowych oraz w roślinności trawiastej nad

- Jeziorem Miedwie. VII Symp. nt. "Mikroelementy w rolnictwie" Wrocław, 16-17 września 1992, 340-342.
8. OSTROWSKA B., SAPEK A.; 1991. Mangan, cynk i miedź w układzie gleba roślina na przykładzie doliny Obry. Mat. VI Symp. nt. „Mikroelementy w rolnictwie”. Wrocław, 9-10 września 1987, 199-202.
 9. RABIKOWSKA B., WILK K.; 1991. Wpływ nawożenia mikroelementami na wielkość i jakość plonów roślin uprawnych w 6-letnim zmianowaniu. Mat. VI Symp. nt. „Mikroelementy w rolnictwie”. Wrocław, 9-10 września 1987, 133-138.
 10. SPYCHAJ-FABISIAK E., MURAWSKA B., JANOWIAK J.; 2010. Reakcja kukurydzy uprawianej na kiszonkę na nawożenie różnymi formami cynku. Zeszyty Naukowe UP we Wrocławiu, Rolnictwo XCVII, Nr 578, 75-84.
 11. SYSTEMATYKA GLEB POLSKI (The classification of Polish soils); 2011. Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual, 62(3), 1–193.
 12. URBANIAK M., SAPEK B.; 2004. Zmiany we frakcjach fosforu w glebie torfowo-murszowej w zależności od poziomu wody gruntowej. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 2004: t. 4 z.2a (11), 493-502.
 13. ZIĘTECKA M.; 1989. Effect of nitrogen and copper fertilization on the magnitude and chemical composition of the winter wheat yield. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 325: 71–77.
 14. ZIĘTECKA M., DYNASIUK B.; 1991. Wpływ nawożenia miedzią na dynamikę pobierania makroskładników i Cu przez owies. Mat. VI Symp. nt. „Mikroelementy w rolnictwie”. Wrocław, 9-10 września 1987, 53-57.

CHEMICAL COMPOSITION OF PLANTS GROWN ON POST-BOG SOILS FERTILISED WITH ZINC AND COPPER

S u m m a r y

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 on lacustrine chalk: organic muck soil and limnic-muck soil, 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 after crop: 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.

Key words: post-bog soils, fertilization, muck