

BOŻENA BARCZAK, KRYSZTIAN NOWAK, EDWARD MAJCHERCZAK,
WOJCIECH KOZERA

Katedra Chemii Rolnej
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

WPŁYW DOLISTNEGO NAWOŻENIA MIKROELEMENTAMI
NA WIELKOŚĆ PŁONU ZIARNA OWSA

The effect of foliar fertilization on grain yield of oat

ABSTRAKT: Badania przeprowadzono w latach 1995–1998 na glebie płowej właściwej, należącej do kompleksu żyniego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Doświadczenie polowe założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Jego celem było porównanie działania mikroelementów stosowanych dolistnie w formie pojedynczych soli nieorganicznych oraz ich dwuskładnikowych kombinacji, a także wieloskładnikowego nawozu (Mikrochelat Gama), zawierającego składniki w formie schelatowanej, na kształtowanie wielkości plonu ziarna owsa odmiany Komes. Wykazano, że spośród wszystkich objętych badaniami kombinacji nawozowych najkorzystniej pod względem plonotwórczym oddziaływały: podwojona dawka miedzi oraz połączenie cynku i manganu. Najmniejsze plony ziarna owsa uzyskano natomiast z obiektów nawożonych pojedynczą lub podwojoną dawką boru. Dodatek boru lub molibdenu do nieorganicznych soli mikroelementowych na ogół znacząco obniżał ich plonotwórcze działanie. Wieloskładnikowy Mikrochelat Gama, zawierający składniki pokarmowe w formie schelatowanej, oddziaływał mniej korzystnie na wielkość plonu ziarna owsa niż nawożenie wyłącznie miedzią, porównywalnie natomiast jak stosowane sole cynku i manganu.

słowa kluczowe – key words:

owies – *oat*, mikroelementy – *microelements*, plon ziarna – *grain yield*

WSTĘP

W odróżnieniu od makroelementów, które pełnią w roślinie głównie funkcje bu-dulcowe i są pobierane z gleby w dużych ilościach, rola mikroelementów polega na regulacji procesów biochemicznych zachodzących w roślinach podczas wegetacji. Pierwiastki te wchodzi w skład większości enzymów bądź spełniają rolę ich aktywatorów (1, 6, 7).

Zahamowanie specyficznych reakcji enzymatycznych wywołane deficytem mikroelementów prowadzi do zaburzeń wielu procesów biochemicznych i fizjologicznych, w niekorzystny sposób oddziałując na wzrost i rozwój roślin (6). Niedobór mikropierwiastków poprzez oddziaływanie na fizjologię roślin może prowadzić do zmniejszenia plonów, przy jednoczesnym pogorszeniu ich wartości biologicznej.

Mimo uznania od lat znaczenia fizjologicznego mikroelementów, rola, jaką odgrywają w kształtowaniu wielkości plonu roślin zbożowych, a zwłaszcza mogące występować między nimi interakcje, są niedostatecznie rozpoznane. Szczególnie niewiele badań w tym zakresie dotyczy owsa, którego powierzchnia uprawy w Polsce w stosunku do innych zbóż jest niewielka.

Celem podjętych badań było porównanie działania mikroelementów stosowanych dolistnie w formie pojedynczych soli nieorganicznych oraz ich dwuskładnikowych kombinacji, a także wieloskładnikowego nawozu zawierającego składniki w formie schelatowanej na plon ziarna owsa.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe będące podstawą badań przeprowadzono w latach 1995–1998 w Stacji Badawczej WR ATR, która zlokalizowana jest w Wierzchucinku, na wschodnim skraju Pojezierza Krajeńskiego. Jednoczynnikowe doświadczenie założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach na glebie płowej właściwej wytworzonej z gliny zwałowej, należącej do kompleksu żytniego dobrego i klasy bonitacyjnej III b. Zawartość próchnicy w glebie wynosiła średnio 1,5%, pH w KCl – 5,7. Zasobność gleby w przyswajalne formy fosforu i potasu, a także boru, manganu, cynku i molibdenu była średnia, natomiast zawartość przyswajalnych form miedzi – niska. Czynnikiem doświadczenia był rodzaj nawożenia mikroelementowego. Stosowano pojedyncze mikroelementy (Zn, Mn, Cu, B, Mo) w formie soli nieorganicznych i wieloskładnikowy nawóz Mikrochelat Gama oraz ich kombinacje.

Wyróżniono następujące obiekty nawozowe:

- obiekt kontrolny, bez mikroelementów
- obiekty z nawożeniem pojedynczymi mikroelementami (Cu, Zn, Mn, Mo, B)
- obiekty z nawożeniem podwójną dawką pojedynczych mikroelementów (2·Cu, 2·Zn, 2·Mn, 2·Mo, 2·B)
- obiekt z nawożeniem Mikrochelatem Gama
- obiekt z nawożeniem podwójną dawką Mikrochelatu Gama
- obiekt z nawożeniem kombinacjami pojedynczych mikroelementów i Mikrochelatu Gama (Cu i Zn, Cu i Mn, Cu i Mo, Cu i B, Zn i Mn, Zn i Mo, Zn i B, Mn i Mo, Mn i B, Mo i B, Gama i Cu, Gama i Zn, Gama i Mn, Gama i Mo, Gama i B)

Zastosowano następujące formy i dawki mikroelementów:

- $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ w dawce 30 i 60 g $\text{Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ w dawce 25 i 50 g $\text{Cu} \cdot \text{ha}^{-1}$
- $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ w dawce 45 i 90 g $\text{Mn} \cdot \text{ha}^{-1}$
- $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ w dawce 4,5 i 9,0 g $\text{Mo} \cdot \text{ha}^{-1}$
- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ w dawce 20 i 40 g $\text{B} \cdot \text{ha}^{-1}$
- Mikrochelat Gama w dawce 5 i 10 $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Mikrochelat Gama to wieloskładnikowy, skoncentrowany nawóz mikroelementowy, zawierający pierwiastki w formie schelatowanej. W dawce 5 dm³ nawozu znajduje się 30 g Zn, 25 g Cu, 45 g Mn, 4,5 g Mo i 20 g B.

Oprysku roślin dokonywano w każdym roku badań w okresie, gdy owies osiągał fazę strzelania w źdźbło. Zabieg wykonywano jednego dnia dwukrotnie w odstępach dwugodzinnych, rozpuszczając odpowiednie sole w objętości wody odpowiadającej 300 dm³·ha⁻¹. Do badań stosowano wodę z gminnej sieci wodociągowej.

We wszystkich objętych badaniami latach zastosowano następujące podstawowe nawożenie mineralne: 70 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej, 20 kg P·ha⁻¹ w postaci superfosfatu potrójnego oraz 60 kg K·ha⁻¹ jako 57% sól potasową.

W doświadczeniu uprawiano owies odmiany Komes, w każdym z lat po jęczmieniu jarym, stosując agrotechnikę zalecaną dla rejonu uprawy. Stosowano chemiczne zwalczanie chwastów i chorób owsa. Powierzchnia poletek wynosiła 27 m², powierzchnia do zbioru – 16 m². Zbioru owsa dokonywano kombajnem poletkowym w fazie dojrzałości pełnej.

Najkorzystniejsze dla wegetacji owsa warunki meteorologiczne utrzymywały się w latach 1996 i 1997 (tab. 1). W obydwu latach w maju odnotowano znacząco wyższe opady niż w wieloleciu. W roku 1996 wyraźnie niższe od średniej z ostatnich 50 lat

Tabela 1

Warunki pogodowe w trakcie realizacji doświadczenia na tle danych z wielolecia
Weather conditions during the period of study against the many years data

Rok badań Year of the study	Miesiąc; Month												Średnia Mean
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Średnia temperatura; Mean temperature (°C)													
1995	-0,9	3,2	2,8	8,2	13,0	16,8	21,0	19,7	13,2	10,8	0,9	-0,5	8,6
1996	-6,1	-6,4	-1,8	8,0	12,6	15,8	15,3	18,1	10,4	8,9	4,3	-4,9	6,2
1997	-4,4	1,8	2,8	4,7	11,5	16,0	17,7	19,9	13,2	6,8	2,3	0,6	7,7
1998	0,8	3,1	1,9	9,3	13,8	16,6	16,7	15,5	17,7	11,0	-1,6	-1,9	8,6
Średnia; Mean 1995–1998	-2,7	0,4	1,4	7,6	12,7	16,3	17,7	18,3	13,6	9,4	1,5	-2,8	7,8
Średnia; Mean 1949–1998	-2,7	-2,0	-0,1	7,1	12,9	16,2	17,6	17,2	13,1	8,3	3,1	0,7	7,6
Suma opadów; Sum of rainfall (mm)													
1995	22,1	25,8	23,9	25,9	51,6	52,2	12,1	55,7	94,3	48,6	10,4	13,4	436,0
1996	8,5	22,6	3,6	19,4	103,7	40,1	91,9	94,9	43,1	65,5	22,7	5,2	521,2
1997	2,0	35,9	28,4	20,7	96,5	36,7	108,5	15,1	24,0	50,3	20,2	31,9	470,2
1998	28,2	17,3	40,1	21,1	46,4	94,7	96,0	65,8	72,7	57,8	31,3	39,1	610,5
Średnia; Mean 1995–1998	15,2	25,4	24,0	21,8	74,6	55,9	77,1	57,9	58,5	55,6	21,2	22,4	509,5
Średnia; Mean 1949–1998	23,1	17,3	19,9	27,3	37,0	55,8	71,6	53,4	36,9	32	33,4	30,9	438,6

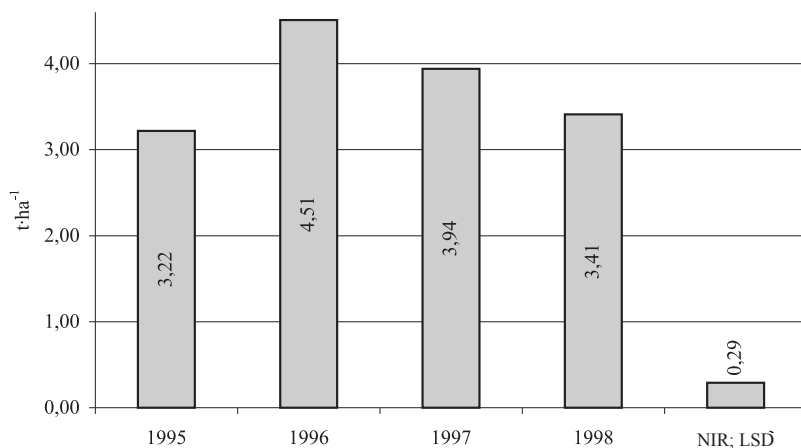
opady wystąpiły w marcu i kwietniu, co mogło rzutować na wschody owsa. Rok 1997 wyróżniał się z kolei niższymi od przeciętnych temperaturami powietrza.

Uzyskane wyniki badań polowych opracowano statystycznie, wykonując analizę wariancji dla metody losowanych bloków. Istotność różnic między średnimi oceniono na podstawie półprzedziału ufności obliczonego według Tukeya przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. W związku z dużą zgodnością wyników plonów z poszczególnych obiektów doświadczenia w objętych badaniami latami oraz brakiem istotnych interakcji między nawożeniem mikroelementami i latami, na rysunkach zamieszczono średnie z czterech lat badań wartości plonów ziarna.

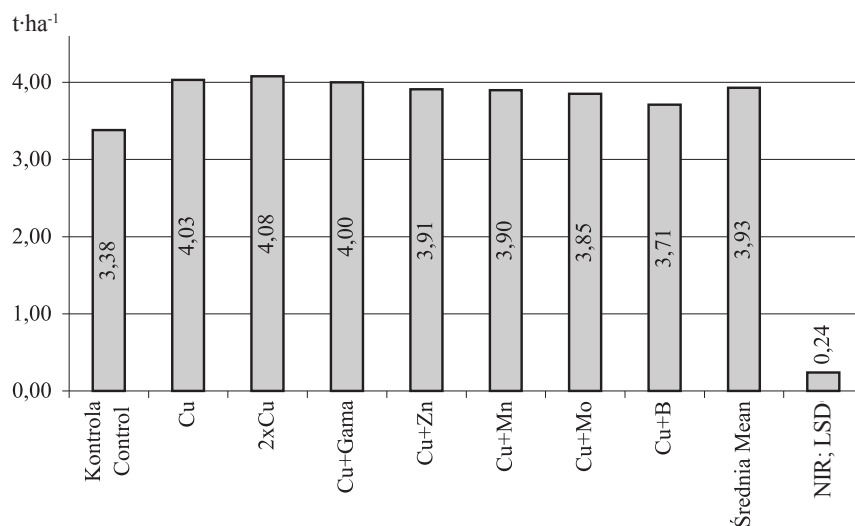
WYNIKI

Jak wykazały przeprowadzone badania, średnia wielkość plonu ziarna owsa w czterech objętych badaniami latach wynosiła $3,77 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Największy plon ziarna, istotnie różniący się od plonu osiągniętego w pozostałych latach, otrzymano w roku 1996 ($4,51 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a najmniejszy – w roku 1995 ($3,22 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$); (rys. 1). Różnica między skrajnymi pod względem plonowania latami wynosiła $40,1\%$ plonu minimalnego. Nie wykazano istotnych interakcji między stosowanym nawożeniem mikroelementami a poszczególnymi latami badań w oddziaływaniu na plon ziarna owsa.

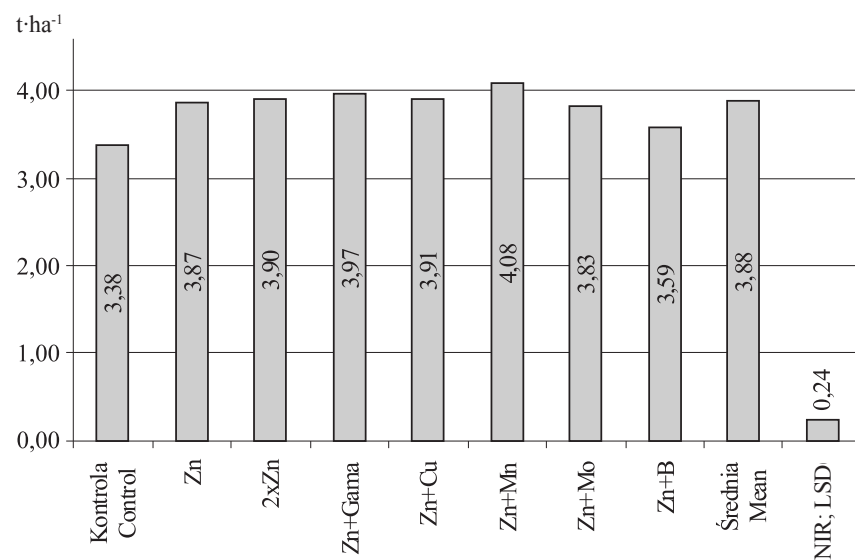
Wśród stosowanych do oprysku roślin mikroelementów najkorzystniej na wielkość plonu ziarna owsa wpływało nawożenie miedzią. Średnia dla czterech lat badań wielkość plonu ziarna owsa dla siedmiu obiektów, w których stosowano oprysk roztworem soli miedzi, wynosiła $3,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys. 2). Średnie wartości dla wszystkich obiektów z opryskiwaniem roztworami soli cynku oraz manganu (rys. 3 i 4) wynosiły odpo-



Rys. 1. Średni plon ziarna owsa
Mean grain yield of oats

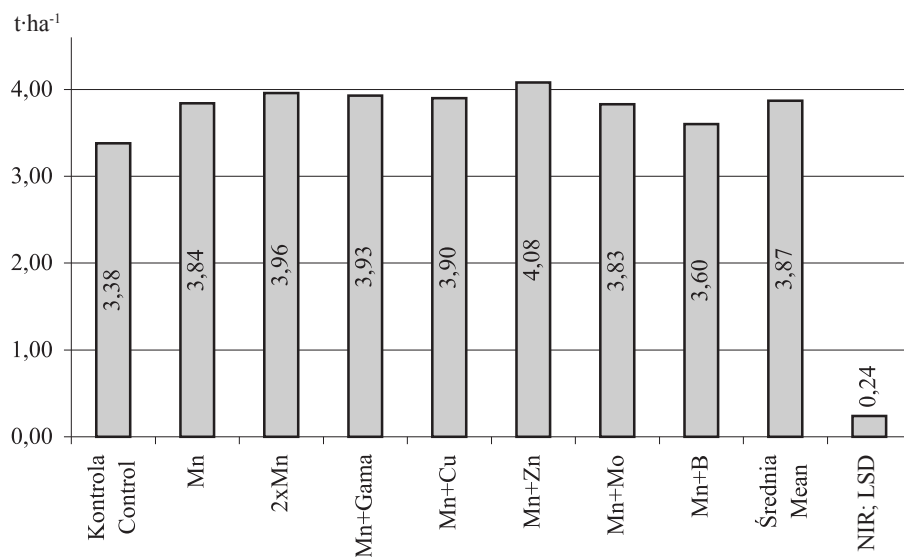


Rys. 2. Wpływ miedzi i jej kombinacji z innymi mikroelementami na plon ziarna owsa
Impact of copper and its combinations with other microelements on the grain yield of oats

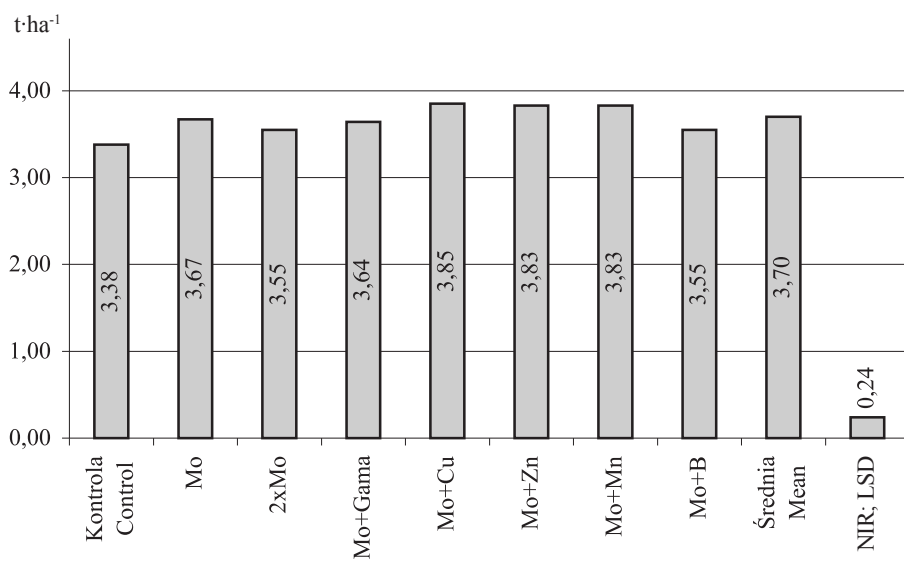


Rys. 3. Wpływ cynku i jego kombinacji z innymi mikroelementami na plon ziarna owsa
Impact of zinc and its combinations with other microelements on the grain yield of oats

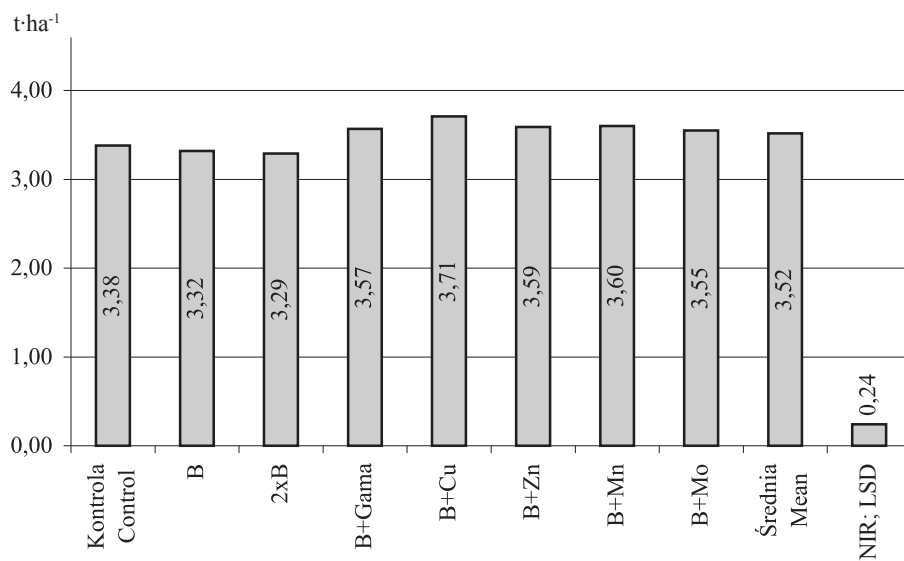
wiednio: 3,88 i 3,87 t·ha⁻¹, a dla Mikrochelatu Gama (rys. 7) – 3,82 t·ha⁻¹. Znacznie mniejsze średnie plony ziarna owsa otrzymano w obiektach opryskiwanych roztworem soli molibdenu (średnio 3,70 t·ha⁻¹), a zwłaszcza – boru (3,52 t·ha⁻¹); (rys. 5, 6).



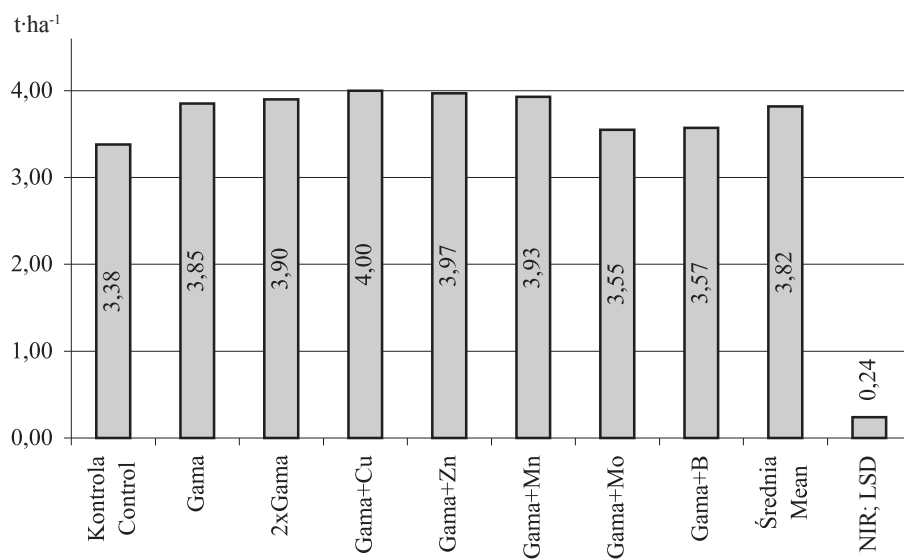
Rys. 4. Wpływ manganu i jego kombinacji z innymi mikroelementami na plon ziarna owsa
Impact of manganese and its combinations with other microelements on the grain yield of oats



Rys. 5. Wpływ molibdenu i jego kombinacji z innymi mikroelementami na plon ziarna owsa
Impact of molybdenum and its combinations with other microelements on the grain yield of oats



Rys. 6. Wpływ boru i jego kombinacji z innymi mikroelementami na plon ziarna owsa
Impact of boron and its combinations with other microelements on the grain yield of oats



Rys. 7. Wpływ Mikrochelatu Gama i jego kombinacji z innymi mikroelementami na plon ziarna owsa
Impact of Gama microchelate and its combinations with other microelements on the grain yield of oats

Zastosowana pojedynczo dawka miedzi powodowała w stosunku do obiektu kontrolnego wzrost plonu o 19,2% ($0,65 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a dawka podwojona – o 20,7% ($0,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$); (rys. 2). Połączenie oprysków miedzią z Mikrochelatem Gama, a także z cynkiem oraz z manganem, powodowało wysokie średnie przyrosty plonu ziarna w porównaniu z obiektem nienawożonym, odpowiednio o: 18,3% ($0,62 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), 15,7% ($0,53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i 15,4% ($0,52 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), ale nie wyższe niż zastosowanie samej miedzi. Natomiast zastosowanie miedzi i molibdenu, a zwłaszcza miedzi i boru, powodowało wyraźne obniżenie plonu ziarna owsa w stosunku do obiektów z nawożeniem wyłącznie miedzią.

Stosowany w formie siarczanowej cynk powodował zbliżony efekt plonotwórczy u owsa jak wieloskładnikowy nawóz Mikrochelat Gama (rys. 3 i 7). Średnie dla czterech lat badań przyrosty plonu ziarna w stosunku do obiektu kontrolnego dla pojedynczej dawki cynku wynosiły 14,5 % ($0,49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), dla dawki podwojonej – 15,4% ($0,52 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$); (rys. 3), dla pojedynczej dawki nawozu wieloskładnikowego Gamy – 13,9% ($0,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), dla podwojonej – 15,4% ($0,52 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$); (rys. 7). Wśród obiektów z nawożeniem cynkiem najkorzystniejsza pod względem plonotwórczym okazała się kombinacja cynku i manganu. Średnia dla czterech lat różnica plonu ziarna w porównaniu z obiektem bez oprysku wynosiła aż 20,7% ($0,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Nieco niższy przyrost plonu ziarna owsa, wynoszący 15,7%, wykazano dla obiektów z kombinacją soli cynku i miedzi. Natomiast łączenie cynku z pozostałymi mikroelementami nie prowadziło do osiągnięcia większych plonów ziarna niż w wyniku stosowania samego cynku. Zwraca uwagę istotnie mniejszy, w porównaniu z pozostałymi kombinacjami tego składnika, plon ziarna owsa na obiekcie, w którym dokonano oprysku roztworem cynku i boru.

Opryskiwanie roślin roztworami zawierającymi mangan lub kombinacje tego składnika i innych mikroelementów, zwiększało istotnie, z wyjątkiem połączenia manganu z borem, wielkość plonu ziarna owsa w stosunku do obiektu kontrolnego (rys. 4). Pomijając kombinację manganu i cynku, największe przyrosty plonu ziarna w porównaniu z obiektem kontrolnym stwierdzono dla podwojonej dawki manganu (różnica 17,2%, co odpowiadało $0,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz dla połączenia manganu z Mikrochelatem Gama (16,3%; $0,55 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Wykazano istotny wpływ nawożenia pojedynczą dawką molibdenu, a także jego kombinacjami z miedzią, cynkiem oraz manganem na wielkość plonów ziarna owsa (rys. 5). Najkorzystniejszy efekt plonotwórczy w stosunku do obiektu nieopryskiwanego mikroelementami osiągnięto w wyniku zastosowania połączenia molibdenu z miedzią - różnica wielkości plonu ziarna owsa w stosunku do obiektu kontrolnego wynosiła 13,9%, co odpowiadało $0,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Wśród obiektów z opryskiwaniem roztworami soli boru i jej kombinacji z innymi mikroelementami stwierdzono istotne zwiększenie plonu ziarna owsa w stosunku do obiektu kontrolnego tylko w przypadku łącznego stosowania boru i miedzi (rys. 6). W obiektach nawożonych samym borem w dawce pojedynczej lub podwojonej otrzymano najmniejsze średnie plony ziarna owsa spośród wszystkich objętych badaniami obiektów z tym składnikiem, wynoszące odpowiednio: 3,32 i $3,29 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Wieloskładnikowy Mikrochelat Gama, zawierający składniki pokarmowe w formie schelatowanej, zastosowany tak w dawce pojedynczej, jak i podwojonej, oddziaływał mniej korzystnie na wielkość plonu ziarna owsa niż nawożenie samą miedzią (rys. 2 i 7); porównywalnie natomiast – z nawożeniem solami cynku (rys. 3) oraz manganu (rys. 4). Połączenie nieorganicznych soli mikroelementowych z Mikrochelatem nie zwiększało istotnie jego plonotwórczego działania (rys. 7).

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania potwierdziły opinię wielu autorów (3, 9, 10), że największy wpływ na rozwój i plonowanie owsa ma układ warunków pogodowych, czyli suma i rozkład opadów oraz przebieg temperatur podczas wegetacji. Największy plon ziarna ($4,51 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) odnotowano w roku 1996, co było wynikiem sprzyjających warunków pogodowych. Zwraca uwagę wysoki poziom opadów ($103,7 \text{ mm}$), blisko trzykrotnie wyższy od średniej wieloletniej ($37,0 \text{ mm}$), jaki zanotowano w maju 1996 roku. Biorąc pod uwagę, że owies jest rośliną o dużej wrażliwości na susze majowe, której wzrost i rozwój jest ściśle związany z dobrym zaopatrzeniem w wodę, obfite opady w tym miesiącu bardzo korzystnie oddziaływały na wegetację. Według Mazurek (3) na wytworzenie jednego kilograma suchej masy owies zużywa około 500 litrów wody, podczas gdy pszenica jara i jęczmień potrzebują tylko 350–400 litrów. Z kolei utrzymująca się w czerwcu, w okresie od kwitnienia do zawiązywania ziarniaków, słoneczna i sucha (suma opadów – $40,1 \text{ mm}$) pogoda, sprzyjała dobremu ich wykształceniu. Lipiec i sierpień tego roku charakteryzowały się stosunkowo wysokimi opadami i umiarkowanymi temperaturami, co wpływało na prawidłowe wypełnienie ziarna. Należy sądzić, że ograniczenie plonowania owsa ($3,22 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) w 1995 r. było wynikiem utrzymujących się w lipcu, czyli podczas wypełniania ziarna, bardzo niskich opadów (suma $12,1 \text{ mm}$). Również wysoka temperatura (średnia – $21,0^\circ\text{C}$, o $3,4^\circ\text{C}$ wyższa od średniej wieloletniej) w tej fazie mogła wpłynąć niekorzystnie na wielkość plonu.

Przeprowadzone badania potwierdzają wyniki licznych doświadczeń, które dowodzą, że najważniejszymi mikroelementami, niezbędnymi do prawidłowego wzrostu, rozwoju i plonowania zbóż są: miedź, cynk i mangan (5, 10). Prawdopodobnie wpływają one w swoisty sposób na te procesy metaboliczne, od których zależy wielkość plonu ziarna. Warto podkreślić, że nie wykazano istotnej interakcji między stosowanym nawożeniem mikroelementami a latami badań. Znacznie większy wpływ na kształtowanie wielkości plonu ziarna owsa miały warunki pogodowe w poszczególnych latach badań niż zastosowane nawożenie mikroelementami. Maksymalna różnica w plonowaniu między latami (1995 i 1996) wynosiła $40,1\%$, natomiast między obiektami ze skrajnie oddziałującymi mikroelementami (miedź i bor) – tylko $11,6\%$.

Spośród objętych badaniami wariantów największy wpływ na wielkość plonu ziarna owsa wywierało nawożenie roztworem kombinacji soli miedzi i innych mikroelementów. O ile stosunkowo dobrze rozpoznany problemem jest współdziałanie

miedzi i azotu jako składników kształtujących wysokość i jakość plonu (10), to niewiele badań prowadzono nad współdziałaniem miedzi z innymi mikroelementami. Odpowiednie zaopatrzenie roślin zbożowych w miedź warunkuje ich prawidłowy wzrost i rozwój oraz wysoki plon ziarna. W warunkach niedoboru tego składnika ograniczony jest rozwój pędu głównego przy jednoczesnym zwiększeniu liczby i masy pędów bocznych (5). Silnie hamowany jest też rozwój organów generatywnych oraz obserwuje się słabe wykształcanie źdźbeł, a także upośledzenie procesu zapylania i zawiązywania ziarniaków. W warunkach niedoboru miedzi następuje zmniejszenie intensywności fotosyntezy przy jednoczesnym nasileniu oddychania (6). Warto podkreślić, że doświadczenie polowe, będące podstawą badań, prowadzono na glebie o niskiej zasobności w miedź. Szacuje się, że na 36% krajowych gleb występuje niedobór tego składnika (2). Liczne badania wykazują, że zboża dodatnio reagują na nawożenie miedzią przede wszystkim na glebach lżejszych, które są najczęściej ubogie w ten składnik (1, 6). Jednak wysokie potrzeby nawożenia zbóż miedzią często występują nie tylko na piaskach i torfach, ale również na zwięzłych glebach mineralnych, zwłaszcza gdy stosuje się wysokie dawki azotu (11).

W odżywianiu roślin cynkiem, oprócz znanego współdziałania z fosforem, może również wystąpić interakcja z manganem i miedzią (1), co w pełni potwierdziły prezentowane badania. Spośród badanych kombinacji cynku i innych mikroelementów największy efekt plonotwórczy wykazano w obiektach z manganem (średni przyrost w stosunku do obiektu kontrolnego – 20,7%) oraz z miedzią (15,7%). Wydaje się, że tak znaczny przyrost plonu pod wpływem zastosowania roztworu cynku i manganu wynika z faktu, że wśród zbóż owies wykazuje największe zapotrzebowanie na mangan. Konsekwencją zbyt niskiej zasobności gleb w przyswajalne formy tego składnika jest szara plamistość owsa. Należy podkreślić, że opryskiwanie roślin wszystkimi roztworami zawierającymi mangan lub kombinacje tego składnika z innymi mikroelementami (oprócz połączenia manganu z borem) zwiększało istotnie plon ziarna owsa w stosunku do obiektu kontrolnego.

W plonach roślin uprawnych, również w ziarnie zbóż, zawartość molibdenu jest znacząco niższa w porównaniu z zawartością innych mikroskładników, choć pierwiastek ten odgrywa ważną rolę w przemianach azotu jako składnik enzymów aktywujących jego metabolizm w roślinie (6). Przeprowadzone badania wykazały istotne pozytywne oddziaływanie nawożenia pojedynczą dawką molibdenu, a także jego kombinacjami z miedzią, cynkiem oraz manganem na wielkość plonów ziarna owsa.

W świetle dotychczasowych poglądów, zboża odznaczają się bardzo niewielkim zapotrzebowaniem na bor i z reguły, wykorzystując naturalne zasoby tego pierwiastka w glebie, nie wymagają nawożenia tym składnikiem; łatwo natomiast wywołać efekt jego nadmiaru. Uważa się, że nawożenie borem, tak w postaci pojedynczych soli, jak i w łącznym stosowaniu z innymi mikroelementami, na ogół powoduje obniżenie plonu ziarna zbóż. Jednak na glebach o niskiej zasobności w ten składnik, przy stosowaniu intensywnego nawożenia mineralnego, umiarkowana dawka boru może działać

stymulująco na plon ziarna (11, 12). Niniejsze badania w pełni potwierdzają pogląd o braku pozytywnej reakcji w plonowaniu zbóż na nawożenie borem. Wykazano, że w obiektach z opryskiwaniem samym borem w dawce pojedynczej lub podwojonej otrzymano najmniejszy średni plon ziarna owsa spośród wszystkich objętych badaniami kombinacji.

Stwierdzono, że wieloskładnikowy nawóz Mikrochelat Gama oddziaływał mniej korzystnie na wielkość plonu ziarna owsa niż roztwór soli miedzi. Połączenie Mikrochelatu z innymi mikroelementami nie zwiększało znacząco jego plonotwórczego działania. Uważa się, że forma chelatowa nawozu ułatwia przemieszczanie się zastosowanego składnika pokarmowego w roślinie, zapewnia szybką jego sorpcję i sprzyja metabolizmowi (4). Wydaje się jednak, że wprowadzenie mikroelementów w postaci soli nieorganicznych do wieloskładnikowego nawozu, zawierającego mikropierwiastki w formie schelatowanej, mogło doprowadzić do zmniejszenia rozpuszczalności nieorganicznych soli mikroelementowych, co tłumaczyłoby osłabienie ich działania jako składników pokarmowych.

WNIOSKI

1. Spośród wszystkich objętych badaniami kombinacji nawozowych, najkorzystniej pod względem plonotwórczym oddziaływały: podwojona dawka miedzi oraz połączenie cynku i manganu. Najmniejsze plony ziarna owsa uzyskano natomiast z obiektów nawożonych pojedynczą lub podwojoną dawką boru.

2. Dodatek boru do soli miedzi, manganu i cynku istotnie obniżał ich plonotwórcze działanie.

3. Wieloskładnikowy Mikrochelat Gama, zawierający składniki pokarmowe w formie schelatowanej, oddziaływał mniej korzystnie na wysokość plonu ziarna owsa niż nawożenie wyłącznie miedzią, porównywalnie natomiast jak stosowane pojedynczo sole cynku oraz manganu.

4. Plonowanie owsa uzależnione było w znacznie większym stopniu od czynników związanych z rokiem prowadzonych badań niż od nawożenia mikroelementami.

LITERATURA

1. Czuba R.: Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **471**: 161-169.
2. Kucharzewski A., Dębowski M.: Odczyn i zawartość mikroelementów w glebach Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **471**: 627-637.
3. Mazurek J.: Biologia i agrotechnika owsa. IUNG Puławy, 1993.
4. Michałojć Z., Szewczuk C.: Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. Acta Agrophys., 2003, **85**: 9-17.
5. Podleśna A.: Wpływ mikroelementów na jakość zbóż w Polsce. Wieś jutra, 2002, **5(46)**: 36-37.
6. Ruszkowska M., Wojcieszka-Wyskupajtys U.: Mikroelementy – fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **434**: 1-11.

7. Spiak Z.: Mikroelementy w rolnictwie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **471**: 29-34.
8. Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D.: Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Fragm. Agron.* 2002, **84**: 71-72.
9. Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D.: Wpływ nawozów dolistnych na plonowanie i skład chemiczny owsa. *Acta Agrophys.*, 2003, **85**: 89-98.
10. Warechowska M., Domska D., Wojtkowiak K., Raczkowska M.: Wpływ dolistnego dokarmiania azotem i mikroelementami na zawartość i skład białka ziarna pszenżyta jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2002, **484**: 733-741.
11. Wróbel S.: Poziom plonowania krajowych odmian produkcyjnych owsa a zawartość mikroelementów w glebie i roślinach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2000, **471**: 609-617.
12. Wróbel S., Sienkiewicz-Cholewa U.: Reakcja jęczmienia jarego na nawożenie borem. *Fragm. Agron.*, 2003, **3(79)**: 76-87.

THE EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION ON GRAIN YIELD OF OAT

Summary

The studies were carried out in 1995–98 on a grey-brown podzolic soil belonging to a good rye soil complex of III b valuation class. The field experiment was established as random blocks with three replications. The aim of the experiment was to compare the effect of microelements applied by foliar fertilization in a form of individual inorganic salts, their two-component combinations and as a multi-component fertilizer named “Mikrochelat Gama” (the Gama Micro-chelate), including the components in a chelated form, on the grain yields of oat of Komes variety. It was shown that amongst all fertilizing combinations, the most favorable were: a double dose of copper and a dose of zinc and manganese. The lowest grain yields of oat were noted in objects fertilized with a single or double dose of boron. Boron or molybdenum added to the microelement inorganic salts generally significantly reduced their yielding activity. The multi-component “Gama” Micro-chelate, containing chelated nutrients affected less favorably on the grain yield of oat than fertilization only with copper. The Gama Microchelate had a comparable effect in case when zinc and manganese salts were applied.

Praca wpłynęła do Redakcji 29 IV 2005 r.