

WOJCIECH KOZERA
EDWARD MAJCHERCZAK
BOŻENA BARCZAK
KRYSTIAN NOWAK

Katedra Chemii Rolnej

Wydział Rolniczy, Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Plon ziarna owsa w zależności od nawożenia mikroelementami

Yield of oat in relation to fertilization with microelements

W latach 1999–2001 przeprowadzono jednoczynnikowe doświadczenie polowe, w którym określono plon ziarna i białka oraz zawartość azotu ogólnego w ziarnie owsa nawożonego dolistnie roztworami mikroelementów (Cu, Zn, Mn, Mo, B) w formie pojedynczych soli nieorganicznych oraz w postaci wieloskładnikowego nawozu, zawierającego schelatowane składniki (Mikrochelat Gama). Dolistne stosowanie miedzi, manganu, cynku oraz molibdenu istotnie podwyższało plon ziarna owsa. Jedynym mikroelementem, który zastosowany dolistnie istotnie podwyższał zawartość azotu ogólnego w ziarnie, był molibden. Opryskiwanie wodnymi roztworami miedzi, molibdenu, manganu oraz cynku powodowało statystycznie potwierdzony wzrost plonu białka ziarna. Pod wpływem mikroelementów zastosowanych łącznie w formie wieloskładnikowego nawozu Mikrochelat Gama uzyskano istotny wzrost plonu ziarna i białka owsa.

Słowa kluczowe: białko, mikroelementy, plon białka, plon ziarna

In the years 1999–2001, the one-factor field experiment was carried out, in which grain yield, content of proteins and total nitrogen in the oat grain were determined. The oat was foliar fertilized with solutions of microelements (Cu, Zn, Mn, Mo, B) in a form of individual inorganic salts and as a multi-component fertilizer (called Mikrochelat Gama) containing chelated constituents. Foliar applying of copper, manganese, zinc and molybdenum significantly increased yield of the oat grain. Foliarly applied molybdenum was the only microelement that significantly raised the total nitrogen content in the tested oat grain. Spraying with water solutions of copper, molybdenum, manganese and zinc resulted in a statistically proven increase in grain protein. Under the effect of microelements applied together as multi-component fertilizer Mikrochelat Gama, a significant increase in oat grain and protein yield was achieved.

Key words: grain yield, microelements, protein, protein yield

WSTĘP

Uzyskanie odpowiednio wysokiego i jakościowo dobrego plonu wiąże się z kompleksowym zaopatrzeniem roślin uprawnych we wszystkie niezbędne składniki pokarmowe, do których należą również mikroelementy. Nawożenie mikroelementami jest ważnym czynnikiem agrotechnicznym, stwarzającym warunki do pełniejszego wykorzystania potencjalnej zdolności produkcyjnej roślin (Ziółek i in., 1992). Mikroelementy dzięki fizjologicznej roli, jaką pełnią w roślinach (Ruszkowska, Wojcieszka-Wyskupajtys, 1996) wpływają na wzrost plonu ziarna oraz poprawiają jego biologiczną wartość. Jest to szczególnie istotne w odniesieniu do roślin odgrywających ważną rolę w żywieniu ludzi i zwierząt, do których należy owies. W jego ziarnie występuje korzystna kombinacja składników odżywczych, co świadczy o dużej wartości żywieniowej tego gatunku zboża (Gąsiorowski, 1995).

Ponieważ w piśmiennictwie przedmiotu niewiele jest danych dotyczących wpływu dolistnego nawożenia mikroelementami na plonowanie owsa, podjęto badania nad oddziaływaniem nawożenia miedzią, cynkiem, manganem, molibdenem i borem, zastosowanych w formie pojedynczych soli nieorganicznych oraz wieloskładnikowego nawozu na wielkość plonu, zawartość azotu ogólnego oraz plon białka ziarna owsa.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono, w oparciu o trzyletnie doświadczenie polowe realizowane w latach 1999–2001 w Stacji Badawczej Akademii Techniczno-Rolniczej, położonej w Wierzychucinku k. Bydgoszczy. Doświadczenie zostało założone jako jednoczynnikowe, metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach, na glebie płowej typowej, którą zaliczono do klasy bonitacyjnej IIIb. Zasobność gleby w przyswajalne formy fosforu, potasu, a także molibdenu i boru była średnia. Zawartość przyswajalnych form miedzi była niska. W każdym roku badań przedplonem owsa odmiany Komes był jęczmień jary. Powierzchnia poletka wynosiła 20,25 m².

Za badany czynnik przyjęto rodzaj nawozu mikroelementowego ($n = 6$). W doświadczeniu do opryskiwania roślin zastosowano wodne roztwory pojedynczych soli nieorganicznych. Zastosowano następujące formy i dawki mikroelementów: $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (4,5 g Mo·ha⁻¹), $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (20 g B·ha⁻¹), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (30g Zn·ha⁻¹), $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (45 g Mn·ha⁻¹), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25 g Cu·ha⁻¹).

Kolejnym obiektem doświadczenia był obiekt opryskiwany Mikrochelatem Gama, który zawierał oprócz Zn, Mn, Cu, Mo i B, również Fe i Mg. Dawki stosowanych soli i Mikrochelatu (5 dm³·ha⁻¹) ustalono na takich poziomach, że zawartość odpowiednich mikroelementów w pojedynczych solach i w nawozie wieloskładnikowym była jednokowa.

Jednorazowy zabieg opryskiwania roślin wykonano ręcznie w fazie strzelania w źdźbło, rozpuszczając stosowane nawozy w objętości wody odpowiadającej 300 dm³·ha⁻¹. W obydwu latach badań stosowano jako nawożenie podstawowe 80 kg N·ha⁻¹ w postaci saletry amonowej, 20 kg P·ha⁻¹ w formie superfosfatu potrójnego oraz 70 kg K·ha⁻¹ jako

60% sól potasową. Po zbiorze owsa określono plon ziarna, w którym następnie oznaczono zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla. Na podstawie wielkości plonu ziarna i zawartości azotu ogólnego w ziarnie obliczono plon białka ogółem.

W okresie prowadzenia badań zdecydowanie korzystniejszy dla wegetacji owsa, pod względem ilości opadów, był 1999 rok z bardziej obfitymi opadami w kwietniu, maju i czerwcu (tab. 1). W 2000 roku opady od kwietnia do czerwca były zdecydowanie niższe od średniej wieloletniej. Również niższe o 13,8% od średniej wieloletniej opady w maju 2001 roku nie sprzyjały prawidłowemu rozwojowi roślin. Temperatury powietrza w okresie prowadzenia doświadczenia tylko nieznacznie różniły się od średniej wielolecia dla rejonu, w którym prowadzono doświadczenie.

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji owsa
Weather conditions during vegetation of oat

Rok Year	Miesiąc Month					Średnia Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	
	Temperatura Temperature (°C)					
1999	8,6	12,2	16,5	20,0	17,4	14,9
2000	11,0	14,5	16,7	15,7	17,3	15,0
2001	7,0	13,1	14,3	19,3	18,3	14,4
Wielolecie Over many years	7,1	12,9	16,2	17,6	17,2	14,2
Opady Rainfall (mm)						suma sum
1999	62,1	45,5	58,6	43,9	53,8	263,9
2000	14,6	24,6	19,1	100,9	58,4	217,6
2001	42,4	34,9	80,5	146,1	49,7	353,6
Wielolecie Over many years	26,7	40,5	55,7	69,6	52,3	244,8

Wyniki opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji w układzie zmiennych zależnych przy użyciu testu Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Średni dla trzech lat plon ziarna owsa uzyskany w doświadczeniu pod wpływem zastosowanego nawożenia mikroelementami wynosił $3,79 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Największy efekt plonotwórczy stwierdzono na obiektach opryskiwanych wodnymi roztworami miedzi, manganu, cynku oraz molibdenu. Średni plon ziarna zebrany z tych obiektów był istotnie wyższy w porównaniu z obiektem kontrolnym odpowiednio o: 14,0; 12,3; 11,7 oraz 8,8%. Według Wróbla (2000) owies wyraźnie reaguje przyrostem plonów w warunkach dobrego zaopatrzenia w mikroelementy. Zdaniem autora różnice w plonowaniu tej rośliny uprawianej na glebach zasobnych i ubogich w przyswajalne formy mikroelementów mogą dochodzić do 70%. Opryskiwanie mikroelementami zastosowanymi w formie wieloskładnikowego nawozu Gama również wyraźnie podwyższyło (o 10%) plon ziarna owsa w porównaniu do kombinacji nienawożonej dolistnie. Z kolei w badaniach Tobiasz-

Salach i Bobreckiej-Jamro (2003) nawożenie wieloskładnikowymi nawozami dolistnymi nie różnicowało w sposób istotny wysokości plonu owsa. Należy zauważyć, że w przeprowadzonych badaniach własnych nie stwierdzono plonotwórczego efektu dolistnego stosowania boru w uprawie owsa. Pomimo, że zboża według dotychczasowych poglądów, odznaczają się bardzo małym zapotrzebowaniem na bor i raczej nie wymagają nawożenia tym składnikiem pokarmowym, pojawiają się doniesienia o skutkach deficytu boru i pozytywnych efektach jego stosowania w uprawach zbóż (Wróbel, 2000). Konieczność zapewnienia odpowiedniej zawartości boru w ziarnie zbóż, a tym samym jego obecności w nawozach mikroelementowych, wynika również z wykazanej w badaniach z ostatnich lat ważnej roli tego pierwiastka w żywieniu ssaków (Nielsen, 2002).

Tabela 2

Plon ziarna, białka oraz zawartość azotu ogólnego w ziarnie owsa
Yield of grain, protein and total nitrogen content in grain of oat

Rok Year	Obiekty nawozowe Fertilization objects							Średnia Mean	NIR dla naw. LSD for fert.
	0	Gama	Cu	Zn	Mn	Mo	B		
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Yield of grain (t·ha ⁻¹)									
1999	3,90	4,04	4,39	4,30	4,56	4,32	3,95	4,21	0,328
2000	3,33	3,79	3,95	3,88	3,53	3,64	3,18	3,61	0,428
2001	3,31	3,75	3,66	3,58	3,74	3,51	3,34	3,56	0,245
Średnia Mean	3,51	3,86	4,00	3,92	3,94	3,82	3,49	3,79	0,180
Zawartość azotu ogólnego (g·kg ⁻¹) Total nitrogen content (g·kg ⁻¹)									
1999	17,0	16,5	16,0	16,2	16,6	17,1	16,7	16,6	n.i.
2000	17,3	17,4	17,9	17,2	17,4	18,2	18,2	17,7	0,22
2001	16,5	16,6	17,1	16,6	16,6	16,7	16,7	16,7	0,44
Średnia Mean	16,8	16,8	17,0	16,7	16,8	17,3	17,2	17,0	0,45
Plon białka (kg·ha ⁻¹) Yield of protein (kg·ha ⁻¹)									
1999	414,4	416,6	439,0	435,4	473,1	461,70	412,3	436,1	52,50
2000	360,1	412,2	441,9	417,1	383,9	414,1	361,7	398,7	47,90
2001	341,3	389,1	391,2	371,4	388,0	366,4	348,6	370,9	26,10
Średnia Mean	371,9	406,0	424,0	408,0	415,0	414,1	374,2	401,9	23,82

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotny wpływ dolistnego nawożenia mikroelementami na zawartość azotu ogólnego w ziarnie owsa (tab. 2). Największą zawartość azotu ogólnego w ziarnie uzyskano z obiektów nawożonych molibdenem, borem oraz miedzią. W 2001 roku jedynie nawożenie wodnym roztworem miedzi istotnie podwyższało zawartość azotu ogólnego w porównaniu do obiektu kontrolnego. Średnio dla trzech lat badań najwyższa zawartość azotu ogólnego cechowała ziarno zebrane z obiektów nawożonych dolistnie wodnym roztworem molibdenu i była wyższa od tej, którą uzyskano na obiekcie kontrolnym o 3%. Opryskiwanie pozostałymi mikroelementami i wieloskładnikowym nawozem nie różnicowało istotnie zawartości

azotu ogólnego w ziarnie owsa. Owies jest rośliną, która wykazuje małą wrażliwość na niedobór molibdenu w glebie (Szewczuk, Michałojć, 2003). Wielu autorów podkreśla jednak ważną rolę tego mikroelementu w syntezie białka i przemianach związków azotu (Spiak 2000; Ruszkowska, Wojcieszka-Wyskupajtyś, 1996), co potwierdzają uzyskane wyniki badań własnych. Zawartość azotu ogólnego była przeciętnie największa w 2000 roku, który w porównaniu z danymi z wielolecia należał do lat suchych.

W warunkach przeprowadzonego doświadczenia stwierdzono, że plon białka istotnie wzrastał pod wpływem zastosowanego nawożenia na wszystkich obiektach nawozowych w porównaniu do nieopryskiwanej mikroelementami kontroli, z wyjątkiem obiektu, na którym stosowano roztwór boru (tab. 2). Przyrost plonu białka wynosił od 9,2% na obiekcie opryskiwanym wieloskładnikowym nawozem Gama do 11,8% pod wpływem stosowanego dolistnie molibdenu.

Wielkość plonu białka zależy od wielkości plonu ziarna i zawartości w nim białka. Zawartość białka w obłuszczonej ziarnie owsa jest o 10–25% wyższa w porównaniu do innych zbóż. Jest ono również bogatsze w aminokwasy egzogenne, co wpływa na wzrost zainteresowania tym zbożem ze względów żywieniowych (Gąsiorowski, 1995). Wiedza o czynnikach oddziałujących na jakość odżywczą plonu owsa, a zwłaszcza o roli mikroelementów w kształtowaniu wysokości i jakości plonu jest jednak problemem mało rozpoznanym.

Należy podkreślić, że w przeprowadzonych badaniach wzrost plonu białka był wynikiem przede wszystkim wzrostu plonu ziarna, gdyż wpływ mikroelementów na zawartość azotu ogólnego, a tym samym na zawartość białka w ziarnie, ograniczał się do potwierdzonego statystycznie działania molibdenu.

WNIOSKI

1. Dolistne stosowanie mikroelementów w postaci soli nieorganicznych powodowało na ogół istotny wzrost plonu ziarna owsa w porównaniu z obiektem kontrolnym.
2. Nawożenie molibdenem przyczyniło się do istotnego wzrostu zawartości azotu ogólnego w ziarnie.
3. Zastosowanie miedzi, molibdenu, manganu oraz cynku powodowało statystycznie potwierdzony wzrost plonu białka ziarna owsa.
4. Pod wpływem mikroelementów zastosowanych łącznie w formie schelatowanej w postaci wieloskładnikowego nawozu Gama, uzyskano istotny wzrost plonu ziarna i białka owsa.

LITERATURA

- Gąsiorowski H. (red.). 1995. Owies — chemia i technologia. PWRiL, Warszawa.
- Nielsen F. H. 2002. The nutritional importance of boron throughout the life cycle of higher animals and humans. In: Boron in plant and animal nutrition. Plenum Publishers, New York: 37 — 50.
- Ruszkowska M., Wojcieszka-Wyskupajtyś U. 1996. Mikroelementy — fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 1 — 11.
- Spiak Z. 2000. Mikroelementy w rolnictwie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471: 29 — 34.

- Szewczuk C., Michałojć Z. 2003. Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agroph.* 85: 19 — 29.
- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D. 2003. Wpływ wieloskładnikowych nawozów dolistnych na plonowanie i skład chemiczny owsa. *Acta Agroph.* 85: 89 — 98.
- Wróbel S. 2000. Poziom plonowania krajowych upraw produkcyjnych owsa a zawartość mikroelementów w glebie i roślinach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 471: 609 — 617.
- Ziółek E., Desoń-Barańska B., Szafrąński W. 1992. Wpływ nawożenia makro- i mikroelementami na zawartość i skład aminokwasowy białka w ziarnie owsa i jęczmienia jarego w zależności od warunków siedliskowych. *Zesz. Nauk AR w Krakowie* 32: 375 — 395.