

KRYSTIAN NOWAK
EDWARD MAJCHERCZAK
BOŻENA BARCZAK
WOJCIECH KOZERA

Katedra Chemii Rolnej, Wydział Rolniczy
Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Wpływ stosowanych dolistnie mikroelementów na zawartość azotu i aminokwasów w ziarnie owsa oraz wskaźniki wartości biologicznej białka

Effect of foliar applied microelements on the contents of nitrogen and amino acids in oat grain and on the indices of biological value of protein

W ziarnie z przeprowadzonego w latach 1999–2001 doświadczenia polowego, w którym badano dolistne nawożenie owsa roztworami mikroelementów (Cu, Zn, Mn, Mo, B) w formie pojedynczych soli nieorganicznych oraz w postaci nawozu zawierającego te pierwiastki w formie schelatowanej (Mikrochelat Gama) oznaczono zawartość aminokwasów. Przeprowadzone badania wykazały, że w warunkach prowadzenia badań na zawartość aminokwasów wpływały zastosowane dolistnie: molibden, bor i miedź. Pierwiastki te powodowały zwiększenie w ziarnie w stosunku do nie nawożonej mikroelementami kontroli, zawartości: argininy, tyrozyny, lizyny oraz kwasu glutaminowego. Miedź wpływała też wyraźnie na zawartość metioniny, powodując zwiększenie jej zawartości. Zawartość azotu ogólnego w ziarnie owsa nie była w badaniach modyfikowana przez stosowane mikroelementy. Zmiany w zawartości badanych aminokwasów w ziarnie zachodziły zatem głównie w następstwie oddziaływania badanych czynników na jakość białka wyliczanego z zawartości azotu ogółem w ziarnie. Z badanych czynników we wpływie na jakość wyróżnił się zwłaszcza molibden, który powodował wyraźne zwiększenie zawartości sumy badanych aminokwasów oraz zwiększenie wartości charakteryzującego jakość białka wskaźnika aminokwasów egzogennych. W badaniach zwraca uwagę, że zastosowanie mikroelementów łącznie w formie schelatowanej wpływa na skład aminokwasowy ziarna owsa w stopniu znacznie mniejszym, niż mikroelementów zastosowanych pojedynczo, w formie jonowej.

Słowa kluczowe: aminokwasy, azot w ziarnie, mikroelementy, owies

The content of amino acids was determined in grain obtained in the field experiment performed in 1999–2001, in which foliar fertilization of oat with individual solutions of microelements (Cu, Zn, Mn, Mo, B) in a form of inorganic salts and as a fertilizer containing these elements in a chelated form (Mikrochelat Gama) were tested. The research revealed that, under the test conditions, the content of

amino acids was dependent on: molybdenum, boron and copper foliar applied. These elements caused an increase in: arginine, tyrosine, lysine and glutamic acid, in the oat grain with reference to the control not fertilized with microelements. Copper also increased the content of methionine. Total nitrogen content in oat grain was not modified by the microelements applied in this research. The changes in contents of the tested amino acids in grain were generally a consequence of the effect of the tested factors on the quality of the protein estimated from the content of total nitrogen in the tested grain. Molybdenum especially stood out above the tested factors, by inducing a clear increase in the total contents of the tested amino acids and an increase in the index of exogenous amino acids, a characteristic of the protein quality. Our research attracts with the fact that microelements applied together in chelated forms have a smaller effect on the contents of amino acids in oat grain than microelements used separately in ionic forms.

Key words: oat, microelements, amino acids, nitrogen in grain

WSTĘP

Białko ziarna owsa wyróżnia się wśród zbóż wysoką wartością biologiczną (Leszczyńska, 2002) wynikająca między innymi z faktu, że w nasionach tej rośliny nagromadzone są w większym stopniu zasobne w lizynę i metioninę gluteniny oraz globuliny (Kozera i in., 2004). W warunkach intensywnej produkcji roślinnej, poza makroskładnikami (NPK) w nawożeniu coraz częściej stosuje się także inne pierwiastki wykazujące działanie plonotwórcze. Wśród tych aktualnie szczególną uwagę przywiązuje się do takich mikroelementów jak: miedź, cynk, mangan, molibden i bor. Aplikacja tych pierwiastków, zwłaszcza stosowanych dolistnie, powoduje często zwiększenie plonu (Czuba, 1996; Nowak i in., 2004). Przyjmuje się też na ogół (Czuba, 1996), że uzupełnienie nawożenia podstawowego NPK mikroelementami polepsza jakość plonu roślin. Stosowane w agrotechnice roślin mikroelementy mogą też powodować zmiany w składzie aminokwasowym białka nawożonej rośliny (Kozera i in., 2003). Aby pogłębić znajomość tego zagadnienia w odniesieniu do ziarna owsa, w materiale ze ścisłego doświadczenia polowego, w którym badano wpływ mikroelementów na wielkość plonu ziarna, oznaczono zawartość aminokwasów. Wyniki tych oznaczeń prezentuje niniejsza praca.

MATERIAŁ I METODY

Podstawę badań stanowiło ziarno owsa pobrane z doświadczenia polowego prowadzonego w latach 1999–2001 w Stacji Badawczej ATR w Wierzchucinku k. Bydgoszczy. Doświadczenie zlokalizowano na lekko kwaśnej glebie płowej właściwej, kompleksu żytznego dobrego, klasy bonitacyjnej III b.

W eksperymencie tym badano oddziaływanie dolistnego nawożenia owsa roztworami mikroelementów (Cu, Zn, Mn, Mo, B) w formie pojedynczych soli nieorganicznych oraz w postaci nawozu zawierającego te pierwiastki w formie schelatowanej (Mikrochelat Gama), na plon ziarna owsa. Zastosowano następujące formy i dawki mikroelementów: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25 g Cu·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), $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (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), dawka mikrochelatu Gama (5 dm³·ha⁻¹) zawierała takie same ilości mikroelementów, jak zastosowane w pojedynczych solach. Jednorazowy zabieg opryskiwania roślin wykonywano ręcznie w fazie

strzelania w żdźbło, rozpuszczając stosowane nawozy w objętości wody odpowiadającej $300 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. W badaniach stosowano jako nawożenie podstawowe $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w postaci saletry amonowej, $20 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie superfosfatu potrójnego oraz $70 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ jako 60% sól potasową. Owies odmiany Komes uprawiano w każdym roku po jęczmieniu jarym. Powierzchnia całkowita poletek doświadczenia wynosiła $20,25 \text{ m}^2$, powierzchnia do zbioru 14 m^2 . Eksperyment realizowano w 4 replikacjach, w układzie losowanych bloków. Stosowano typową dla rejonu uprawy agrotechnikę owsa.

Z poletek doświadczenia w każdym roku w czasie zbioru pobierano próby ziarna owsa. Przechowywano je przez okres ok. 8 tygodni w papierowych torbach. Następnie pobierano z nich próby laboratoryjne, które dokładnie mielono młynkiem żarnowym, a następnie udarowym. W zmielonym materiale roślinnym oznaczono, po mineralizacji w stężonym kwasie siarkowym wg Kiejdahla, zawartość azotu metodą destylacyjną wg Parnasa-Wagnera. W próbach tych oznaczano również skład aminokwasowy ziarna, stosując następujący tok postępowania: do szklanych ampulek o pojemności 20 ml odważono 250 mg materiału, następnie do ampulek dodawano 15 ml 6 M kwasu solnego. Po 1 godzinie ampulki podłączano na 30 min do pompy próżniowej wytwarzającej podciśnienie ok. 50 mb. W dalszej kolejności ampulki zatapiano pilnując, aby wewnątrz panowało podciśnienie. Zatopione ampulki umieszczano w łaźni olejowej w temperaturze 105°C na 20 godzin. Po ochłodzeniu do temperatury pokojowej, ampulki otwierano, a ich zawartość przenoszono ilościowo za pomocą 0,1 M HCl, poprzez twardy sączeł do kolb miarowych o pojemności 50 ml. W tak uzyskanym hydrolizacie oznaczano zawartość aminokwasów metodą fluorescencyjną po aldehydacji za pomocą o-phtaldialdehydu, dokonując rozdziału aminokwasów na kolumnie o wymiarach $20 \times 0,5 \text{ cm}$ wypełnionej jonitem Hipersil ODS o uziarnieniu 5 μm .

Wyniki badań poddano analizie statystycznej z prawdopodobieństwem 95%, przeprowadzając analizę wariancji dla metody losowanych bloków w układzie doświadczenia wielokrotnego i wyliczając różnice graniczne wg testu Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość azotu w ziarnie owsa w niewielkim stopniu była różnicowana badanym czynnikami. W wartościach średnich, z trzech lat badań, w stosunku do nie nawożonej mikroelementami kontroli odnotowano nieznacznie wyższe zawartości azotu po zastosowaniu cynku, manganu i boru oraz zawierającego wszystkie badane pierwiastki nawozu Gama. Różnice w zawartości azotu mieściły się jednak w granicach błędów statystycznego badań.

O zawartości badanych aminokwasów w ziarnie owsa decydowały również zastosowane mikroelementy (Cu, Zn, Mn, Mo, B). W wartościach średnich dla trzech lat w ziarnie owsa opryskiwanego roztworem miedzi stwierdzono wyższą zawartość kwasu glutaminowego i metioniny niż w ziarnie uzyskanym z obiektu kontrolnego. Aplikacja cynku powodowała wyraźne zwiększenie zawartości kwasu glutaminowego i argininy.

Tabela 1

Wpływ stosowanych dolistnie mikroelementów na zawartość azotu ogółem i aminokwasów w ziarnie owsa (średnie z trzech lat)
The effect of foliar applied microelements on total nitrogen and amino acids content in oat grain (mean for three years)

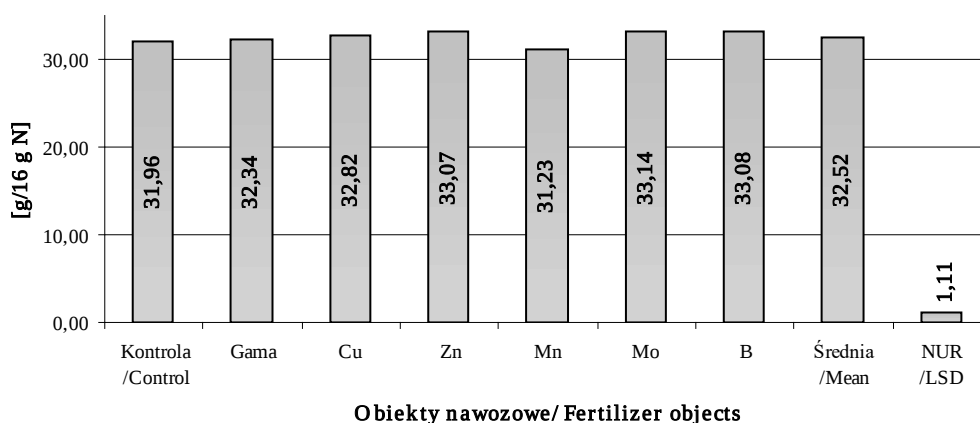
Aminokwas Amino Acid	Obiekty nawozowe Fertilization objects							Średnia Mean	NIR LSD p = 95%
	kontrola control	gama	miedź copper	cynk zinc	mangan manganese	molibden molybdenum	bor boron		
Zawartość azotu % Content nitrogen	1,68	1,70	1,68	1,71	1,71	1,69	1,71	1,70	n.i.
Aspartic acid	7,42	7,21	7,55	7,05	7,57	7,61	7,21	7,37	n.i.
Glutamic acid	18,79	17,86	19,38	19,13	19,07	19,53	18,75	18,93	0,70
Serine	4,44	4,18	4,54	4,31	5,12	4,94	4,79	4,62	n.i.
Glycine	6,12	5,74	5,75	5,78	6,15	6,12	5,41	5,87	n.i.
Alanine	3,47	3,74	3,91	3,73	3,63	3,75	3,55	3,68	n.i.
Tyrosine	3,55	3,58	3,51	3,46	3,26	3,52	3,73	3,52	0,20
Suma endogennych Sum non-essential	43,79	42,31	44,64	43,46	44,8	45,47	43,44	43,99	1,53
Histidine	2,81	3,05	2,89	2,93	2,84	2,91	2,93	2,91	n.i.
Threonine	2,80	2,90	3,06	2,93	3,11	3,06	3,36	3,03	n.i.
Arginine	5,46	5,53	5,40	6,10	5,28	6,26	6,11	5,73	0,52
Methionine	1,13	1,09	1,31	1,11	1,02	1,07	1,09	1,12	0,12
Valine	3,84	3,73	4,00	3,80	3,69	3,93	3,87	3,84	n.i.
Phenylalanine	4,95	4,69	4,98	4,71	4,52	4,92	4,75	4,79	n.i.
Isoleucine	2,81	2,75	2,87	2,78	2,73	2,92	2,83	2,82	0,12
Leucine	6,48	6,31	6,57	6,30	6,02	6,62	6,56	6,41	n.i.
Lysine	3,91	3,99	3,77	3,80	3,70	4,25	4,04	3,92	0,16
Suma egzogennych Sum essential	34,19	34,04	34,85	34,46	32,91	35,94	35,54	34,57	1,13
Suma aminokwasów Sum amino acids	77,96	76,35	79,49	77,90	77,72	81,41	79,00	78,55	1,68

Natomiast zastosowany dolistnie mangan wpływał na obniżenie w ziarnie zawartości tyrozyny, metioniny, lizyny i w mniejszym stopniu argininy oraz izoleucyny. Wyraźnie na zawartość szeregu aminokwasów w ziarnie oddziaływały: molibden i bor. Aplikacja molibdenu powodowała w stosunku do kontroli zwiększenie zawartości w ziarnie owsa kwasu glutaminowego, argininy i lizyny oraz w mniejszym stopniu izoleucyny. Aplikacja boru zwiększała zawartość argininy, tyrozyny i lizyny.

Białko ziarna owsa charakteryzuje się stosunkowo stabilnym składem aminokwasowym, co wiąże się z relatywnie mniejszą zawartością w jego składzie ubogich w aminokwasy egzogenne prolamin. Dlatego też nawet zdecydowanie obniżające jakość białka większości roślin nawożenie azotem, w odniesieniu do owsa wykazuje niejednoznacznie oddziaływanie (Nowak i in., 1991). W literaturze udało się znaleźć doniesienia jedynie ogólnie charakteryzujące problematykę zawartości aminokwasów w ziarnie owsa nawożonego mikroelementami (Ziółek i in., 1992). Badania prowadzone na roślinach okopowych wskazują, że stosowanie w agrotechnice rośliny mikroelementy mogą korzystnie zmieniać skład aminokwasowy białka (Kozera i in., 2003). Spotyka się również opinie, że mikroelementy nie wpływają na zawartość aminokwasów (Bolińska, 1995). Przeprowadzone przez Kozę i wsp. (2004) badania zawartości frakcji azotu

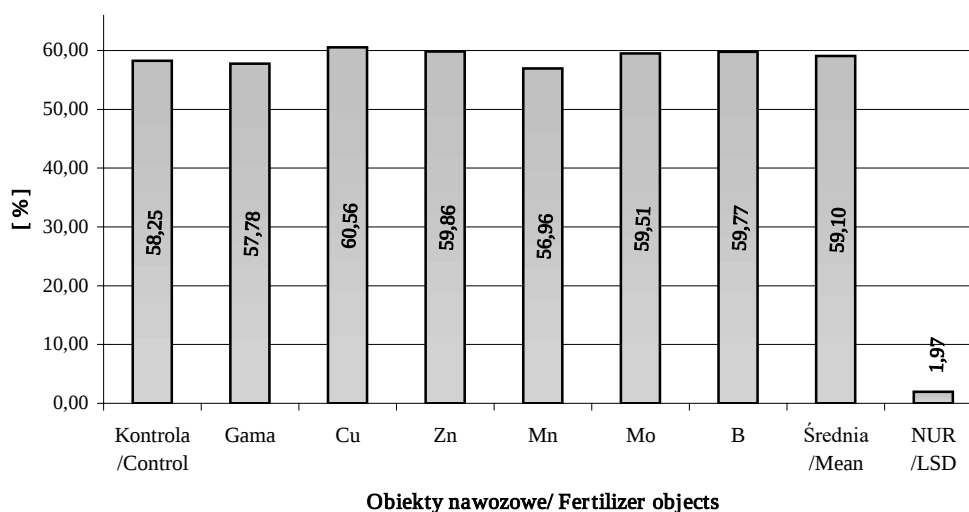
w ziarnie owsa wskazują, że zastosowane dolistnie: molibden i bor powodują zwiększenie w białku ziarna prolamin oraz obniżają zawartość niebiałkowych form azotu.

Przeprowadzone badania wskazują, że aplikowane dolistnie mikroelementy wpływają na zawartość aminokwasów w ziarnie owsa. Ponieważ stwierdzono również, że czynnik ten praktycznie nie zmieniał zawartości azotu ogółem w ziarnie, zaobserwowane różnice wynikają głównie ze zmian w składzie aminokwasowym białka. Analiza tego składu wskazuje, że zastosowane dolistnie: miedź, cynk, molibden oraz bor powodują wzrost sumy aminokwasów egzogennych w białku w stosunku do kontroli (rys. 1). Natomiast zastosowanie manganu powodowało obniżenie wartości tej sumy. Odnotowane różnice nie były znaczne (relatywnie w stosunku do kontroli zmiany mieściły się w przedziale od 2,69 do 3,22%), ale odnotowywano je systematycznie, w każdym roku badań i znalazły one potwierdzenie statystyczne.



Rys. 1. Suma aminokwasów egzogennych w białku ziarna owsa
Fig. 1. Sum of exogenous amino acids in oat grain protein

Dla wartości żywieniowej białka znaczenie ma nie tylko zawartość poszczególnych aminokwasów, ale także wzajemne proporcje między nimi. W odniesieniu do badanego ziarna owsa pierwszym aminokwasem limitującym wartość żywieniową białka była zawsze metionina, drugim izoleucyna. Zastosowane dolistnie mikroelementy wpływały jednak w dość znacznym stopniu na wartość wskaźnika aminokwasów egzogennych WAE syntetycznie opisującego wartość żywieniową białka (rys. 2). W wartościach średnich z trzech lat badań wartość tego wskaźnika dla białka ziarna owsa opryskiwanego roztworem miedzi wyniosła 60,56% i była wyższa o 3,91% niż dla białka ziarna uzyskanego z obiektu kontrolnego.



Rys. 2. Wartość wskaźnika aminokwasów egzogennych dla białka ziarna owsa
Fig. 2. Exogenous amino acid index for oat grain

Wysoką wartością wskaźnika WAE charakteryzowało się też białko ziarna uzyskane z obiektów gdzie stosowano: cynk, molibden i bor. Białko w ziarnie z poletek opryskiwanych manganem odznaczało się wyraźnie niską wartością tego wskaźnika.

WNIOSKI

1. Zastosowane dolistnie mikroelementy nie wpływały istotnie na zawartość azotu w ziarnie owsa.
2. Wysoką zawartość sumy badanych aminokwasów w ziarnie owsa stwierdzono po zastosowaniu dolistnie molibdenu. Wzrost tej sumy w porównaniu do nienawożonej mikroelementami kontroli, następował głównie w następstwie zwiększenia w ziarnie zawartości: kwasu glutaminowego, tyrozyny, argininy i lizyny. Zawartość aminokwasów w ziarnie owsa istotnie determinowało też zastosowanie dolistnie: miedzi i boru.
3. W białku ziarna owsa opryskiwanego cynkiem, molibdenem i borem oznaczano w porównaniu do białka ziarna z kontroli, wyższą sumę aminokwasów egzogennych. Wysoką wartość wskaźnika aminokwasów egzogennych wyliczano dla białka ziarna owsa nawożonego miedzią.

LITERATURA

- Boligłowa E. 1995. Wpływ dolistnego dokarmiania na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. Rozpr. Nauk. WSR-P. Siedlce, 41: 79.
- Czuba R. 1996. Celowość i możliwości uzupełniania niedoborów mikroelementów u roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 55 — 64.
- Kozera W., Majcherczak E., Barczak B., Nowak K. 2005. Plon ziarna owsa w zależności od nawożenia mikroelementami. Biul. IHAR 239: 111 — 116.
- Kozera W., Barczak B., Majcherczak E. 2004. Zawartość i skład frakcyjny białka ziarna owsa uprawianego w warunkach dolistnego nawożenia molibdenem i borem. Annales UMCS, Sec. E, 59, 1: 375 — 382.
- Kozera W., Nowak K., Cwojdzinski W. 2003. Wpływ nawożenia wybranymi mikroelementami na zawartość i jakość białka bulw ziemniaka. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura 2 (2): 73 — 82.
- Leszczyńska D. 2002. Uprawa owsa nieoplewionego — stan obecny i przyszłość. Pam. Puł. 130: 463 — 469.
- Nowak K., Kozera W., Majcherczak E. 2004. Wpływ nawożenia mikroelementami na plon bulw ziemniaka.. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 502: 247 — 251.
- Nowak K., Barczak B. 1991. Wpływ dawek nawożenia azotowego na jakość białka ziarna owsa odmiany Markus. Zesz. Nauk. AR Kraków, 262: 81 — 86.
- Ziółek E., Desoń-Barańska B., Szafranski 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.