

WPLYW NIEKTÓRYCH MIKROELEMENTÓW NA ZAWARTOŚĆ I PLON BIAŁKA W ZIARNIE JĘCZMIENIA JAREGO

Zofia Grzywnowicz-Gazda

Instytut Uprawy Roli i Roślin AR w Krakowie

Warunkiem uzyskania wysokich i stabilnych plonów, o pełnej biologicznej wartości jest dostateczne zaopatrzenie roślin we wszystkie niezbędne makro- i mikroelementy [2, 8, 9, 12].

Mikroelementy pełnią bardzo ważne funkcje w metabolizmie roślin — głównie jako aktywatory licznych enzymów — dzięki czemu podnoszą efektywność nawożenia makroelementami, warunkują wzrost i wysoką biologiczną wartość plonu [2, 8, 9, 10].

W metabolizmie azotowym i przemianach białkowych niezbędnymi mikroelementami obok żelaza są: miedź, mangan, molibden i cynk. Miedź zwiększa zdolność roślin do pobierania azotu, wpływa korzystnie na gromadzenie azotu białkowego, a tym samym na zawartość białka ogólnego [10, 11, 13]. Mangan przeciwdziała gromadzeniu się azotanów, a intensyfikując proces fotosyntezy podnosi poziom białka w roślinie. Molibden, jako składnik reduktazy azotanowej, warunkuje rozkład azotanów do azotynów. Cynk bierze udział w syntezie białka na etapie tworzenia peptydów, a także poprzez uczestniczenie w biosyntezie tryptofanu. Ponadto dostateczne zaopatrzenie roślin w cynk warunkuje odpowiedni poziom RNA i trwałość rybosomów [8-10].

Celem podjętych badań było prześledzenie wpływu miedzi, manganu, molibdenu i cynku na wysokość i jakość plonu białka w ziarnie jęczmienia jarego.

METODYKA BADAŃ

Trzyletnie doświadczenia polowe przeprowadzone zostały w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Prusy koło Krakowa w latach 1972-1974, metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, według następującego schematu:

Mikroelementy — forma nawozu		Dawka czystego składnika w kg/ha
O	—	—
Cu	w formie $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	10,0
Mn	„ $\text{MnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	20,0
Mo	„ $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	3,0
Zn	„ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	8,0
Mn + Mo + Zn	w formie i dawkach jak wyżej + 5 kg Cu	36,0
Cu + Zn + Mo	w formie supertomasyny wzbogaconej * w 1% Cu, 1% Zn i 0,02% Mo	13,1

Nawożenie podstawowe, stanowiące tło, zastosowano w ilości: 60 kg N/ha w formie 34,5% saletry amonowej, 160 kg P_2O_5 /ha w formie 28,2% supertomasyny, 200 kg K_2O /ha w formie 57% soli potasowej. Dawka fosforu wprowadzona do gleby z supertomasyną wzbogaconą w mikroelementy odpowiadała ustalonej dla doświadczenia dawce P_2O_5 , tj. 160 kg/ha.

Jęczmień, odmianę Damazy, wysiewano corocznie w stopniu elity, w ilości 130 kg/ha. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 21 m².

Doświadczenia przeprowadzone zostały na zdegradowanych czarnoziemach wytworzonych z lessu, o zróżnicowanej miąższości poziomu próchnicznego od 35 do 60 cm. Zasobność gleby, określona metodami stosowanymi do oznaczania zawartości przyswajalnych form składników pokarmowych, w trzyletnim okresie badań wahała się w granicach: P_2O_5 — 7,2-9,0 mg, K_2O — 1,5-6,0 mg, Mg — 8,5-11,1 mg/100 g gleby, B — 0,47-0,56 ppm, Cu — 4,6-5,6 ppm, Mn — 50-55 ppm, Mo — 0,15-0,31 ppm, Zn — 17,8-21,8 ppm. Zawartość azotu wg Kjeldahla wynosiła od 143 do 149 mg/100 g gleby, a $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ mieściło się w granicach 5,6-6,1.

Jako główne kryterium oceny reakcji jęczmienia na zastosowane mikroelementy przyjęto plon ziarna, zawartość i plon białka w ziarnie oraz skład aminokwasowy białka. Białko ogólne oznaczono według metody Kjeldahla, a skład aminokwasowy na „Automatycznym analizatorze aminokwasów Ad-1000”, produkcji CSRS.

Uzyskane wyniki z poszczególnych lat i całego okresu badań opracowano statystycznie.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyjątkowo niekorzystny przebieg warunków pogodowych w całym okresie badań spowodował silne obniżenie plonu ziarna jęczmienia, szczególnie w 1972 i 1973 roku. W latach tych, bezpośrednio po wysiewie

* Supertomasyna wzbogacona w mikroelementy pochodziła z próbnej produkcji KZPN „Bonarka” w Krakowie.

jęczmienia, nastąpiło gwałtowne i długotrwałe ochłodzenie, które opóźniło wschody i zahamowało początkowy wzrost i rozwój roślin, zwłaszcza w 1973 r. w wyniku dodatkowego działania suszy glebowej. Ponadto, na skutek nadmiernych opadów w czerwcu i lipcu (głównie charakteru burzowego), jęczmień wyległ już w czasie kłoszenia. Zawiązywanie i wykształcanie ziarna było więc słabe, a dojrzewanie i zbiór jęczmienia utrudnione. W 1974 r. ujemnie na wzrost i rozwój roślin oraz plon ziarna jęczmienia wpłynęła głównie wiosenna susza, ze spadkiem temperatury do -10° oraz chłody i deszcze panujące w lipcu.

Mimo silnego oddziaływania czynników klimatycznych, wpływ zastosowanych w doświadczeniach mikroelementów był widoczny (tab. 1). Jęczmień zareagował wzrostem plonu ziarna na każdy mikroskładnik, zastosowany zarówno w oddzielnej, jak i łącznej dawce — przy czym,

Tabela 1

Plon ziarna jęczmienia jarego w t/ha w zależności od zastosowanych mikroelementów

Rok	Obiekty nawozowe							Średnia dla lat	
	0	Cu	Mn	Mo	Zn	Cu + Mn + Mo + Zn	Cu + Zn* + Mo		NIR _{0,05}
1972	2,30	2,37	2,51	2,42	2,80	2,72	2,74	0,35	2,55
1973	2,12	2,57	2,73	2,41	2,73	2,64	2,74	0,12	2,57
1974	3,25	3,65	3,72	3,68	3,67	3,70	3,66	0,18	3,62
Średnia dla obiektów nawozowych	2,56	2,86	2,99	2,84	3,07	3,02	3,05	0,17	

* Mikroelementy zastosowane w supertomasynie.

z wyjątkiem 1972 r., wyższy plon w porównaniu z obiektem kontrolnym były istotne, a jako średnie z lat wahały się w granicach 0,28-0,50 t/ha. Wzrost plonu ziarna jęczmienia pod wpływem mikroelementów uzyskali także inni autorzy [1, 2, 7, 11-14].

Mikroelementy wpłynęły również korzystnie na zawartość i plon białka w ziarnie (tab. 2) oraz na skład aminokwasowy białka (tab. 3).

Wzrost zawartości białka w ziarnie pod wpływem nawożenia był niewielki. Wyrażony w średnich z lat nie przekroczył 0,5% w stosunku do obiektu kontrolnego (13,4%). Najwyższą średnią z lat zawartość białka uzyskano po zastosowaniu manganu (13,9%), miedzi (13,8%) i mieszanki mikroelementów (13,7%). Czynnikiem silnie modyfikującym tę cechę jęczmienia były warunki klimatyczne. Najniższa zawartość białka wystąpiła w ziarnie ze zbioru 1974 r., co ze względu na wyższy w tym roku plon ziarna tłumaczyć można „efektem rozcieńczenia”. Średnia dla

Tabela 2

Procentowa zawartość i plon białka w ziarnie jęczmienia w zależności od zastosowanych mikroelementów

Rok	Obiekty nawozowe							Średnia dla lat	
	0	Cu	Mn	Mo	Zn	Cu + Mn + Mo + Zn	Cu + Zn* + Mo		NIR _{0,05}
Zawartość białka ogólnego w % s.m.									
1972	13,8	14,2	14,8	14,3	13,9	14,5	14,3	0,10	14,3
1973	14,7	14,8	14,6	14,2	14,5	14,6	14,5	0,08	14,6
1974	11,8	12,4	12,3	12,2	12,0	12,1	12,1	0,17	12,1
Średnie dla obiektów nawozowych	13,4	13,8	13,9	13,6	13,5	13,7	13,6	0,23	
Zwyżki plonu białka w t/ha									
1972	0,279	0,017	0,049	0,027	0,061	0,069	0,067	0,021	0,321
1973	0,279	0,063	0,081	0,031	0,077	0,066	0,080	0,032	0,337
1974	0,344	0,059	0,065	0,057	0,051	0,057	0,053	0,024	0,396
Średnie dla obiektów nawozowych	0,301	0,046	0,065	0,038	0,063	0,064	0,067	0,025	

* Mikroelementy zastosowane w supertomasynie.

wszystkich obiektów nawozowych wynosiła w tym roku 12,1⁰%, podczas gdy w poprzednich latach 14,6 i 14,3⁰% (tab. 2).

Zwyżki plonu białka z ha były dość znaczne i stałe, a ponadto w każdym roku istotne (tab. 2). Wzrost plonu białka z ha, wyrażony w średnich z lat wahał się w granicach od 11 (Mo) do 22⁰% (Cu, Zn i Mo w supertomasynie). Zwyżki plonu białka uzyskane pod wpływem oddzielnej dawki cynku oraz miedzi, cynku i molibdenu — składników zawartych w supertomasynie, a także mikroelementów zastosowanych łącznie, były wynikiem przede wszystkim zwiększonego plonu ziarna jęczmienia.

W literaturze, szczególnie polskiej, mało jest danych dotyczących wpływu nawożenia zbóż mikroelementami na zawartość białka w ziarnie i plon białka z ha, przy tym nie uwzględniają one na ogół biologicznej wartości białka. Wyjątek stanowią badania Rakowskiej i wsp. [7].

Wzrost zawartości białka w ziarnie jęczmienia jarego i plonu białka z ha pod wpływem łącznego stosowania boru, miedzi, molibdenu i manganu na glebę zwapnowaną stwierdziła Zielińska [14], natomiast Szukal-

ski [11] po zastosowaniu nawożenia miedzią. Stwierdzone przez tego autora zwyczajki plonu białka w ziarnie jęczmienia wahały się — w zależności od dawki miedzi — w granicach 0,098-0,170 t/ha, przy czym były one wynikiem zarówno wzrostu plonu, jak i procentowej zawartości białka w ziarnie.

Zastosowane w doświadczeniu mikroelementy spowodowały znaczne ilościowe i jakościowe zmiany w składzie aminokwasowym białka (tab. 3). Zawartość lizyny wzrosła o 15-26%, waliny o 106-169%, metioniny pod wpływem miedzi o 75%, a cynku 38%. Mikroelementy dodatkowo wpłynęły także na zawartość izoleucyny i treoniny.

Tabela 3

Skład aminokwasowy białka w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od zastosowanych mikroelementów (średnie dla lat 1972—1974)

Aminokwasy	Obiekty nawozowe						
	0	Cu	Mn	Mo	Zn	Cu + Mn + + Mo + Zn	Cu + Zn* + + Mo
Zawartość aminokwasów w g/100 g powietrznie s.m.							
Cystyna	ślad	ślad	ślad	ślad	ślad	ślad	ślad
Fenylalanina	0,37	0,30	0,25	0,28	0,29	0,28	0,36
Izoleucyna	0,27	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34	0,31
Leucyna	0,54	0,57	0,52	0,53	0,56	0,54	0,53
Lizyna	0,27	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34	0,31
Metionina	0,08	0,14	ślad	ślad	0,11	0,06	0,10
Treonina	0,25	0,32	0,29	0,28	0,28	0,32	0,27
Tyrozyna	0,09	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,14
Walina	0,16	0,42	0,38	0,43	0,38	0,40	0,33
Suma aminokwasów egzogennych	2,03	2,48	2,18	2,29	2,36	2,36	2,35
Alanina	0,35	0,42	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36
Amoniak	0,15	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,21
Arginina	0,20	0,32	0,28	0,34	0,29	0,38	0,33
Glicyna	0,35	0,38	0,35	0,34	0,35	0,36	0,34
Histydyna	0,11	0,12	0,13	0,14	0,12	0,12	0,16
Kwas asparaginowy	0,60	0,72	0,58	0,62	0,63	0,64	0,63
Kwas glutaminowy	2,44	2,82	2,48	2,49	2,61	2,62	2,57
Prolina	1,14	1,33	1,26	1,23	1,27	1,26	1,18
Seryna	0,39	0,53	0,44	0,44	0,46	0,45	0,42
Suma aminokwasów endogennych	5,73	6,84	6,08	6,16	6,29	6,39	6,20
Łączna suma aminokwasów	7,76	9,32	8,26	8,45	8,65	8,75	8,55

* Mikroelementy zastosowane w supertomasynie.

W porównaniu z grupą aminokwasów egzogennych, ilościowy wzrost zawartości kwasu glutaminowego (od 2 do 15⁰/o) i proliny (od 3 do 17⁰/o), głównych składników hordeiny — zapasowego białka bielma, a także pozostałych aminokwasów endogennych był niewielki. Zatem nawożenie jęczmienia mikroelementami w warunkach wysokiego poziomu NPK spowodowało wzrost biologicznej wartości białka w ziarnie, co tłumaczyć można fizjologiczną i biochemiczną funkcją tych pierwiastków w metabolizmie roślinnym [2, 8-10].

Uzyskane wyniki wskazują, że mikroelementy zastosowane pod jęczmień mogą — przy zwiększonym plonie ziarna, podwyższyć zawartość białka i poprawić jego biologiczną wartość, co jest niezwykle ważne w procesie intensyfikacji produkcji roślinnej.

Korzystny wpływ niektórych mikroelementów na plon ziarna, zawartość białka i skład aminokwasowy białka w ziarnie pszenicy stwierdzili Amgałan [1] oraz Rakowska i wsp. [7].

Stwierdzony wzrost biologicznej wartości białka rzutuje nie tylko na pastewną, ale i technologiczną wartość ziarna jęczmienia. Zwiększona zawartość aminokwasów egzogennych w białku ziarna jęczmienia browarowego warunkuje bowiem w procesie słodowania i fermentacji zarówno wzmożoną aktywność enzymów amylo-, proteo- i cytolitycznych, jak i rozmnażanie drożdży, czego końcowym efektem jest wyższa wydajność słodu oraz lepsza jakość piwa [3, 4].

WNIOSKI

Nawożenie jęczmienia miedzią, manganem, molibdenem i cynkiem — tak w dawce oddzielnej, jak i łącznej oraz mikroelementami zawartymi w supertomasynie (Cu, Zn, Mo) — spowodowało wzrost plonu białka w granicach 38-67 kg/ha, głównie w wyniku zwiększonego plonu ziarna. Wpływ mikroelementów na zawartość białka w ziarnie był nieznaczny.

Zastosowane pod jęczmień mikroelementy spowodowały zmiany w składzie aminokwasowym białka. Wzrosła przede wszystkim zawartość aminokwasów egzogennych — w tym lizyny, aminokwasu ograniczającego pokarmową wartość ziarna jęczmienia. Szczególnie korzystne okazało się działanie miedzi i cynku, zarówno w formie technicznych soli, jak i zawartych w supertomasynie wzbogaconej mikroelementami.

LITERATURA

1. Amgałan Ż.: Międzynar. Czas. rol., 6, 1973, 39-41.
2. Czuba R., Szukalski H.: PWRiL Warszawa 1973.
3. Dylkowski W.: WNT Warszawa 1974.

4. Kowalska M., Ruśniak R.: Biul. Hod. Rośl. Nas., 4, 1973, 18-26.
5. Nowacki E.: Post. Nauk rol., 4, 1975, 35-56.
6. Przybylska J.: Post. Nauk rol., 2, 1975, 17-40.
7. Rakowska M., Kunachowicz H., Grabarek Z., Ruszkowski M.: Wpływ wzrastających dawek azotu oraz dodatku mikroelementów przy stałym poziomie potasu i fosforu, na zawartość i jakość białka w kilku wybranych odmianach pszenicy ozimej. Materiały seminaryjne „Wartość pokarmowa produktów roślinnych uzyskiwanych w warunkach intensywnego nawożenia”. IUNG, Cz. II, 171-185, Puławy 1976.
8. Ruszkowska M.: IUNG, S(1). Puławy 1971.
9. Ruszkowska M.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 179, 1976, 13-24.
10. Ruszkowska M.: PWRiL Warszawa 1976, 361-456.
11. Szukalski H.: Nowe Rol., 19, 1976, 17-19.
12. Szukalski H.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 179, 1976, 39-52.
13. Tuchołka Z., Czekalski A.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 179, 1976, 109-116.
14. Zielińska A.: Roczn. Nauk rol., 98-A-2, 1973, 85-101.

Зофия Гживнович-Газда

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ И УРОЖАЙ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Резюме

В трехлетних полевых опытах, проведенных в 1972—1974 гг. в условиях среднего плодородия почвы и высокого уровня удобрения NPK (420 кг на гектар), установлено повышение урожая зерна ярового ячменя, а также урожая и биологических качеств белка в зерне под влиянием удобрения медью, марганцем, молибденом и цинком.

Zofia Grzywnowicz-Gazda

EFFECT OF SOME TRACE ELEMENTS ON THE CONTENT AND YIELD OF PROTEIN IN THE SUMMER BARLEY GRAIN

Summary

In the three-year field experiments carried out in 1972-1974 under conditions of medium abundance of soil in nutrients and a high NPK fertilization level (420 kg per hectare), a growth of the summer barley grain and the biological value of protein in grain under the effect of fertilization with copper, manganese, molybdenum and zinc was observed.