

WPŁYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA CYNKIEM NA WYSOKOŚĆ I JAKOŚĆ PLONU ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO

Zofia Grzywnowicz-Gazda

Instytut Uprawy Roli i Roślin AR, Kraków

Jednym spośród niezbędnych dla roślin składników pokarmowych jest cynk. Metaboliczna rola cynku nie została jeszcze dostatecznie poznana, ponieważ pierwiastkowi temu poświęcono stosunkowo mało badań, przy czym dotyczą one głównie zawartości cynku w glebie [6-9, 16, 19, 20, 23]. Mniej natomiast jest prac z zakresu jego fizjologicznych i biochemicznych funkcji oraz pokarmowych potrzeb roślin uprawnych [4-6, 8, 11-13, 15, 19, 21, 22]. Mimo szczupłości badań uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że cynk zwiększa dynamikę wzrostu roślin, umożliwia dobry rozwój systemu korzeniowego [10], wzmacnia biologiczną aktywność korzeni, wpływa korzystnie na wykształcanie i dojrzewanie generatywnych organów — głównie poprzez aktywację biosyntezy auksyn oraz udział w metabolizmie węglowodanowym, azotowym i fosforowym [11, 19, 21, 22], co w końcowym efekcie warunkuje wzrost i wysoką biologiczną wartość plonu [1, 2, 6, 9, 10, 12, 23].

Cynk bierze udział w syntezie białka prawdopodobnie na etapie powstawania peptydów oraz poprzez uczestniczenie w biosyntezie tryptofanu. Ponadto dostateczne zaopatrzenie roślin w cynk zabezpiecza odpowiedni poziom RNA i trwałość rybosomów [11, 15, 19, 21, 22]. Przy niedoborze cynku następuje wyraźne zahamowanie wzrostu roślin, słabnie intensywność fotosyntezy, spada zawartość azotu białkowego i poziom cukrów, dochodzi do zachwiania równowagi energetycznej [15, 19, 21, 22], spada wysokość i jakość plonu.

Wyniki badań zasobności gleb Polski w przyswajalne formy cynku w większości nie wykazują niedoborów tego składnika [6, 7], jednak przyjęty chemiczny test glebowy nie zawsze odzwierciedla potrzeby nawożenia i prawdopodobnie jest za niski [9, 10, 23]. Ponadto zawartość przyswajalnych form cynku w glebie oraz dynamika jego pobierania przez rośliny

zależą od wielu, niekiedy zmiennych, czynników, m. in. od ogólnej zawartości tego pierwiastka w glebie, od pH, zawartości materii organicznej, mikroflory, wzajemnego stosunku makro- i mikroelementów, w tym głównie P : Zn oraz od wymagań i biologicznych właściwości danego gatunku roślin [5-9, 16, 19, 20, 23, 24]. Dodać przy tym należy, że rośliny uprawne, w tym i zboża, nie mają określonych pokarmowych potrzeb w tym zakresie [4, 6, 19]. Celem podjętych badań było prześledzenie wpływu zróżnicowanych dawek i metod nawożenia cynkiem na wysokość i jakość plonu ziarna jęczmienia jarego, uprawianego na glebie zasobnej w ten składnik.

METODYKA BADAŃ

Trzyletnie doświadczenia polowe przeprowadzone zostały w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Prusy koło Krakowa w latach 1975-1977, metodą losowanych bloków — 11 obiektów nawozowych, w pięciu powtórzeniach, według następującego schematu:

Lp	Obiekty nawozowe		Metoda stosowania
	symbol	dawka Zn w kg/ha	
1	b	0 (kontrola)	
2	b	1	doglebowo, przedsiewnie
3	c	2	„ „
4	d	4	„ „
5	e	8	„ „
6	f	16	„ „
7	g	32	„ „
8	h	1	dolistnie, w formie oprysku
9	i	2	„ „
10	j	2	w tym: 1 kg doglebowo + 1 kg dolistnie
11	k	4	w tym: 2 kg doglebowo + 2 kg dolistnie

Cynk zastosowano w formie $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. Oprysk przeprowadzono w pełni fazy strzelania jęczmienia w źdźbło. Nawożenie podstawowe, stanowiące tło, zastosowano w przeliczeniu na 1 ha, w ilości:

- N — 70 kg w 34,5% saetrze amonowej,
- P_2O_5 — 125 kg w 18% superfosfacie granulowanym,
- K_2O — 150 kg w 57% soli potasowej,
- Mg — 30 kg w $Mg_4 \cdot 7H_2O$,

- B — 0,30 kg w $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$,
Cu — 5 kg w $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,
Mn — 10 kg w $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,
Mo — 0,20 kg w $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Jęczmień, odmianę Aramir, wysiewano corocznie w stopniu elity, w ilości 130 kg/ha. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 24 m². Przedplonem dla jęczmienia w każdym roku były ziemniaki uprawiane na oborniku.

Doświadczenia przeprowadzone zostały na zdegradowanym czarnoziemie wytworzonym z lessu, o zróżnicowanej miąższości poziomym próchnicznego w granicach 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: P₂O₅ — 9,40-12,8; K₂O — 8,60-12,5; Mg — 9,0-11,0 mg/100 g gleby; B — 0,47-0,53; Cu — 4,1-5,4; Mn — 51,5-53,0; Mo — 0,140-0,270; Zn — 17,0-19,9 ppm. Zawartość azotu ogólnego wg Kjeldahla wynosiła 120-140 mg/100 g gleby, a pH_{KCl} mieściło się w granicach 5,1-5,5.

Głównym kryterium oceny reakcji jęczmienia jarego na zróżnicowane nawożenie cynkiem były: plon ziarna, poziom i plon białka w ziarnie oraz zawartość w nim składników mineralnych. Zawartość surowego białka oznaczono metodą Kjeldahla — stosując współczynnik 6,25, natomiast mineralnych składników według metod stosowanych przez stacje chemiczno-rolnicze. Wszystkie wyniki, zarówno z poszczególnych lat, jak z całego okresu badań, opracowano statystycznie.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Układ klimatycznych czynników w całym okresie prowadzenia badań — z wyjątkiem 1975 r. — był dla jęczmienia jarego korzystny. Niezależnie od warunków pogodowych wpływ zróżnicowanych dawek i metod stosowania cynku na plon ziarna jęczmienia był w każdym roku widoczny (tab. 1). W doglebowym nawożeniu stałe i znaczne, a za 3-letni okres istotne zwyżki plonu ziarna uzyskano po zastosowaniu cynku w dawkach 4, 8, 16 i 32 kg/ha. Najbardziej ekonomiczna okazała się dawka 8 kg/ha. Powyżej tego poziomu ujawniła się już tendencja do spadku plonu. Cynk zastosowany doglebowo w dawkach 1 i 2 kg/ha nie wykazał działania, natomiast w dolistnym nawożeniu oraz kombinowanym (doglebowe + dolistne) dawki 1 i 2 oraz 4 kg/ha spowodowały wzrost plonu ziarna w granicach 0,20-0,45 t/ha.

Z danych zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że z trzech porównywanych metod stosowania cynku dolistne nawożenie było najbardziej efek-

Tabela 1

Plon ziarna jęczmienia jarego w zależności od poziomu dawki i sposobu nawożenia cynkiem (w t z ha)

Obiekty nawozowe	1975	1976	1977	Średnia dla obiektów nawozowych
a	3,22	4,92	4,82	4,32
b	3,30	5,18	4,78	4,42
c	3,37	5,16	4,84	4,46
d	3,59	5,33	5,01	4,64
e	3,97	5,16	5,06	4,73
f	3,52	5,19	5,22	4,64
g	3,22	5,08	5,30	4,53
h	3,54	5,05	5,03	4,54
i	3,64	5,54	5,13	4,77
j	3,49	5,03	5,04	4,52
k	3,61	5,36	5,22	4,73
NIR _{0,05}	0,33	0,29	0,20	0,17
Średnia dla lat	3,50	5,18	5,04	—

tywne, na co — szczególnie w odniesieniu do mikroelementów — zwrócić uwagę już wielu autorów [3, 6, 9, 10, 19, 23]. Najwyższy i równorzędny, średni za 3-letni okres plon ziarna jęczmienia uzyskano po dolistnym zastosowaniu 2 kg (niezależnie od równoczesnej dawki 2 kg do gleby w kombinowanym nawożeniu) oraz pod wpływem 8 kg Zn/ha danych do glebowo, przedsięwzię.

Analiza struktury plonu jęczmienia wykazała dodatni wpływ nawożenia cynkiem na dwa podstawowe komponenty — liczbę ziarn w kłosie i masę 1000 ziarn, natomiast liczba kłosów na jednostce powierzchni nie uległa istotnym zmianom (tab. 2).

Wzrost liczby ziarn w kłosie, średnio w granicach 0,7-1,4 szt., oraz masy 1000 ziarn od 0,4 do 1,1 g wystąpił zarówno pod wpływem doglebowego, jak i dolistnego nawożenia jęczmienia cynkiem. Zatem cynk zastosowany przedsięwzię ujawnił działanie już w fazie krzewienia i podobnie jak w dolistnym nawożeniu działał również w fazie strzelania jęczmienia w źdźbło, wpływając dodatnio na ustalającą się ostatecznie w tym czasie liczbę ziarn w kłosie. Następne, wyraźne działanie cynku w ontogenezie jęczmienia przypadło w czasie od kłoszenia do dojrzewania, tj. w tym stadium rozwojowym (XI i XII etap), w którym zachodzi wypełnianie ziarna, decydujące nie tylko o jego absolutnym ciężarze, ale i jakości [17, 18]. Uzyskane wyniki tłumaczy biochemiczna funkcja cynku w organizmie roślin-

Tabela 2

Wartość komponentów struktury plonu
ziarna jęczmienia jarego w zależności od poziomu
dawki i sposobu nawożenia cynkiem
(Średnie dla lat 1975-1977)

Obiekty nawo- zowe	Liczba kłosów na 1 m ²	Liczba ziarn w kłosie w szt.	Masa 1000 ziarn w g	Plon ziarna z 1 kłosa w g
a	539	17,2	46,6	0,801
b	536	17,7	46,7	0,825
c	521	18,1	47,3	0,854
d	546	17,9	47,4	0,850
e	540	18,4	47,5	0,876
f	534	18,3	47,5	0,869
g	523	18,2	47,5	0,866
h	531	18,1	47,0	0,853
i	544	18,6	47,2	0,877
j	529	17,9	47,6	0,854
k	543	18,3	47,7	0,871
NIR _{0,05}	r.n.	0,6	0,3	0,060

nym. Pierwiastek ten, jako składnik i aktywator enzymatycznych układów [11, 19, 21, 22], na tym etapie ontogenezy zabezpiecza prawidłowy przebieg metabolizmu, głównie węglowodanowego, azotowego i fosforowego, którego efektem jest nagromadzenie w ziarnie zwiększonej ilości metabolitów.

Przedstawione wyniki potwierdziły opinię i wyniki innych autorów [1, 6, 10, 12, 14, 20] o korzystnym oddziaływaniu cynku na rozwój generatywnych organów. Nawożenie jęczmienia cynkiem, niezależnie od dawki i sposobu stosowania, nie spowodowało istotnych zmian w zawartości białka w ziarnie (tab. 3). Podkreślić jednak należy, że znaczny wzrost plonu ziarna nie pociągnął za sobą wyraźnego spadku poziomu białka [18]. Niewielkie istotne zwwyżki plonu białka w ziarnie z wyjątkiem obiektów nawożonych cynkiem w dawce 1, 2 i 32 kg/ha, średnio w granicach 30 do 60 kg/ha, (tab. 3), były wynikiem zwiększonego plonu ziarna.

Zróżnicowane nawożenie jęczmienia jarego cynkiem nie spowodowało również zmian w zawartości w ziarnie ważniejszych mineralnych składników, jak P₂O₅, K, Mg, Cu (tab. 4). Jedynie zawartość samego cynku wykazała tendencję wzrostową w miarę zwiększania dawek w doglebowym nawożeniu oraz po dolistnym zastosowaniu. Niewielkim zmianom ulegała również zawartość manganu. Uzyskane wyniki potwierdzają opinię Ka-

Tabela 3

Procentowa zawartość i plon białka w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od poziomu dawki i sposobu nawożenia cynkiem

Obiekty nawozowe	Zawartość białka w %			Średnio dla obiektów nawozowych	Plon białka w kg z ha			Średnio dla obiektów nawozowych
	1975	1976	1977		1975	1976	1977	
a	14,7	13,7	13,2	13,9	430	600	580	540
b	14,4	13,7	13,3	13,8	430	630	580	550
c	13,8	13,6	13,5	13,6	420	620	600	550
d	14,4	13,9	13,7	14,0	470	660	620	580
e	13,4	14,0	13,4	13,6	480	640	620	580
f	14,4	13,8	13,4	13,5	460	640	640	580
g	14,5	13,8	13,3	13,5	420	620	640	560
h	14,7	13,8	13,7	14,1	470	610	630	570
i	14,1	13,8	13,8	13,9	460	680	650	600
j	14,6	13,8	13,8	14,1	460	620	640	570
k	13,6	14,0	13,9	13,8	440	660	660	590
NIR _{0,05}	0,3	0,1	0,5	0,4	30	40	35	23
Średnia dla lat	14,2	13,8	13,6	—	450	630	620	—

Tabela 4

Zawartość składników mineralnych w ziarnie jęczmienia w zależności od dawki i sposobu nawożenia cynkiem (Średnie dla lat 1975-1977)

Obiekty nawo- zowe	K	P ₂ O ₅	Mg	Zn	Cu	Mn
	% pow. s.m.			ppm		
a	0,50	0,97	0,10	44,7	4,48	12,3
b	0,48	0,98	0,10	44,7	4,10	13,0
c	0,51	0,98	0,10	48,1	4,53	14,2
d	0,50	0,98	0,10	47,2	4,30	14,3
e	0,49	0,95	0,10	49,7	4,88	14,0
f	0,49	0,99	0,10	51,3	4,30	14,5
g	0,49	0,95	0,10	52,2	4,40	12,2
h	0,50	0,99	0,11	51,4	4,70	13,6
i	0,49	0,97	0,10	50,7	4,78	11,8
j	0,47	0,92	0,09	50,3	4,60	11,7
k	0,48	0,99	0,09	49,4	4,95	11,9

baty-Pendias [13] o wyrównanym i dość stałym chemicznym składzie ziarna, nie podlegającym wpływowi środowiska glebowego, w tym i nawożenia.

WNIOSKI

1. Doglebowe nawożenie jęczmienia jarego cynkiem spowodowało wzrost plonu ziarna po zastosowaniu dawek 4, 8, 16 i 32 kg czystego składnika na 1 ha, przy czym najlepszy efekt dała dawka 8 kg/ha. Powyżej tej dawki malało nawozowe działanie cynku. Dawka 1 i 2 kg Zn/ha okazała się za niska.

2. Z trzech porównywanych metod nawożenia jęczmienia cynkiem dolistne nawożenie było najbardziej efektywne. Istotne przyrosty plonu uzyskano już po zastosowaniu 1 kg Zn/ha, a efekt działania 2-kilogramowej dawki był równy działaniu 8 kg cynku zastosowanego do gleby.

3. Uzyskany pod wpływem nawożenia cynkiem wzrost plonu ziarna jęczmienia nie obniżył w nim procentowej zawartości białka. Również chemiczny skład ziarna nie uległ istotnym zmianom.

4. Stwierdzona silna reakcja jęczmienia na cynk, nawet przy doglebowym nawożeniu, wyrażająca się średnią zwykłą plonu ziarna w granicach 200-400 kg/ha — mimo wysokiej zawartości przyswajalnych form tego składnika w glebie, wskazuje na potrzebę dalszych badań zarówno w zakresie pokarmowych potrzeb roślin, jak i zasobności gleb w cynk, gdyż przyjęte chemiczne testy glebowe wydają się za niskie, być może tylko w warunkach, w których przeprowadzono badania.

LITERATURA

1. Amgałan Ż.: Międz. Czas. rol. 6, 39-41, 1973.
2. Bergmann W.: Institut für Pflanzenernährung, Arbeitsgemeinschaft „Mikro-nährstoffe“, Jena 1969.
3. Byszewski W., Moldovany K., Sadowska A.: Post. Nauk rol., 1, 74-94, 1972.
4. Czarnowska K.: Roczn. Nauk rol. Ser. A, 101, 2, 63-77, 1975.
5. Czuba R.: Roczn. Nauk rol. Ser. A, 96, 1, 5-28, 1970.
6. Czuba R., Szukalski H.: PWRiL, Warszawa 1973.
7. Czuba R.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 179, 369-378, 1976.
8. Gałczyńska B.: Pam. puł., 55, 179-197, 1972.
9. Gorlach E.: Kierunki badań z zakresu chemii rolnej na tle dalszej intensyfikacji rolnictwa. Referat wygłoszony na posiedzeniu Krak. Oddz. PTG w dniu 17 III 1975.
10. Grzywnowicz-Gazda Z.: Praca doktorska: Wpływ donasiennego, doglebowego i dolistnego stosowania mikroelementów i magnezu na plon oraz biologiczną i technologiczną wartość ziarna jęczmienia jarego. Maszynopis, AR Kraków, 1978.

11. Gumiński S.: PWN, Warszawa-Wrocław 1976.
12. Haraszti E.: Rocz. Nauk rol. Ser. A, 99, 3, 115-128, 1973.
13. Kabata-Pendias A.: Rocz. glebozn., 26, 3, 75-88, 1975.
14. Martens D. C., Hawkins G. W., McCart G. D.: Agron. J., 65, 1, 135-136, 1973.
15. Naubert P.: Arch. Acker- und Pflanzenbau und Boderkunde. 15, 10, 1971.
16. Nowosielska B.: Rocz. Nauk rol. Ser. A, 91, 2, 429-440, 1966.
17. Praca zbiorowa pod red. F. Kupermana: PWRiL, Warszawa 1965.
18. Przybylska J.: Post. Nauk rol., 2, 17-40, 1975.
19. Ruszkowska M.: Mikroelementy — wł monografii „Fizjologia mineralnego żywienia roślin”. PWRiL, Warszawa 1976, 361-456.
20. Sikora H.: Pam. puł., 59, 101-131, 1974.
21. Strebeyko P.: PWN, Warszawa 1974.
22. Sójkowski Z.: PWRiL, Warszawa 1971.
23. Szukalski H.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 179, 39-52, 1976.
24. Warnock R. E.: Proc. Soil Sc. Soc. Am., 34, 5, 765-769, 1970.

3. Грызнович-Газда

ВЛИЯНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ ЦИНКОМ НА ВЕЛИЧИНУ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Резюме

В полевых опытах, проведенных в период 1975-1977 гг. на деградированном черноземе со средним содержанием усвояемых форм макро- и микроэлементов, исследовали влияние дифференцированных доз и методов удобрения цинком на величину и качество урожая зерна ярового ячменя. Цинк применяли в почву в дозах 1, 2, 4, 8, 16 и 32 кг и в листья в дозах 1 и 2 кг, а также в почву + в листья 1 + 1 и 2 + 2 кг на гектар.

На основании результатов 3-летних опытов установлены существенные прибавки урожая зерна при внесении цинка в почву в дозах 4, 8, 16 и 32 кг, причем наивысший урожай был получен при применении дозы 8 кг; во внекорневой подкормке цинком в дозах 1 и 2 кг на гектар, а также в комбинированном удобрении. Наилучшие результаты давала внекорневая подкормка. Удобрение ячменя цинком, независимо от дозы и способа внесения, повышало урожай в пределах 200-450 кг, не вызывая существенных изменений в содержании белка и минеральных элементов в зерне.

Z. Grzywnowicz-Gazda

EFFECT OF DIFFERENTIATED FERTILIZATION WITH ZINC ON THE HEIGHT AND QUALITY OF SUMMER BARLEY GRAIN

Summary

In field experiments carried out in the period 1975-1977 on degraded chernozem with medium content of available forms of macro- and microelements, the effect of differentiated rates and methods of fertilization with zinc on the height and

quality of the summer barley grain was studied. Zinc was applied to soil at the rates of 1, 2, 4, 8, 16 and 32 kg, and to leaves at the rates of 1 and 2 kg as well as to soil + to leaves 1 + 1 and 2 + 2 kg per hectare.

The 3-year experiment results proved significant grain yield increments at zinc application to soil at the rates of 4, 8, 16 and 32 kg, the highest yield being obtained at the rate of 8 kg applied to soil, 1 and 2 kg applied to leaves and at combined fertilization. The best effect has been obtained at the foliar fertilization. The barley fertilization with zinc, regardless the rate and way of application, increased the yield by 200-450 kg per hectare not causing any significant changes in the content of protein and mineral elements in the grain.