

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-033 Lublin, Poland

Halina Borkowska

Wpływ nawożenia azotem na zawartość wybranych mikroelementów w ziarnie pszenicy jarej

The influence of nitrogen fertilization on the content of the choice of microelements
in spring wheat grain

ABSTRACT. The study was aimed to evaluate the influence of varied nitrogen fertilization on the content of Cu, Fe, Zn and Mn in spring wheat grain. Grain material originated from the field experiment performed in 1998–2000 and the following factors were included: three levels of nitrogen fertilization (50, 100 and 150 kg N/ha) and five spring wheat cultivars (Broma, Ismena, Jasna, Kontesa and Torka). Elements analysis was carried out by means of AAS technique. Fertilization at the level of 150 kg N/ha affected the decrease of copper and the increase of iron, zinc and manganese content in grain. Among the studied cultivars, the lowest amounts of copper, iron and manganese were found in Broma grain.

KEY WORDS: spring wheat, microelements, nitrogen fertilization, cultivars

Właściwe funkcjonowanie organizmów ludzi i zwierząt zależy nie tylko od codziennego dostarczania podstawowych składników pokarmowych, takich jak białka, węglowodany i tłuszcze, ale też od dostępności, często w śladowych nawet ilościach, różnych pierwiastków biorących udział w przemianie materii. Duży udział w żywieniu mają produkty pochodzące z przerobu ziarna zbóż, w tym pszenicy. Stanowią one źródło mikroelementów, których zawartość w dużej mierze zależy od wielu elementów agrotechniki, a głównie od poziomu nawożenia [Mikos, Styk 1989; Błaziak i in. 1996; Bobrzecka, Domska 1996; Rabikowska, Piszcz 1996a, 1996b]. Określenie wpływu jednego z głównych

elementów plonotwórczych, jakim jest nawożenie azotowe, na zawartość mikroelementów w różnych odmianach pszenicy jarej może przyczynić się do poprawy jakości produktów żywnościowych. Celem prezentowanej pracy było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na zawartość cynku, manganu, miedzi i żelaza w ziarnie pięciu odmian pszenicy jarej.

METODY

Ziarno pszenicy pochodziło z eksperymentów polowych, prowadzonych w latach 1998–2000, w Gospodarstwie Doświadczalnym w Felinie. W doświadczeniu jako I czynnik zastosowano trzy poziomy nawożenia azotowego: 50, 100 i 150 kg ha⁻¹ N, w formie saletry amonowej (przy stałym nawożeniu P – 34,9 kg ha⁻¹ w postaci superfosfatu pojedynczego i K – 83,0 kg ha⁻¹, w 60% soli potasowej) oraz pięć odmian pszenicy jarej: Broma, Ismena, Jasna, Kontesa i Torca (II czynnik).

Gleba GD Felin zaliczana jest do kompleksu pszennego dobrego. W 1 kg gleby było 71–82 mg P, 110–128 mg K i 53–58 mg Mg. Odczyn gleby (pH), oznaczony w 1 mol KCl, mieścił się w zakresie od 5,8 do 6,6 [Rachoń 2001]. Zawartość Cu, Mn, Fe i Zn w ziarnie oznaczono metodą atomowej spektrofotometrii absorbcyjnej. Wyniki opracowano statystycznie określając istotność różnic testem Tuckeya.

WYNIKI

Przedstawione w tabeli 1 wyniki badań, dotyczące zawartości miedzi w ziarnie pszenicy, wskazują na duże zróżnicowanie między latami. Średnia zawartość miedzi była niemal o 50% wyższa w roku 1998 w porównaniu z rokiem 1999. Choć zastosowanie 150 kg N/ha w porównaniu z niższymi dawkami istotnie obniżyło średnią zawartość Cu w ziarnie, to jednak różnice te nie były tak duże, jak między latami badań. Podobnych zależności nie stwierdzono w badaniach Bobrzeckiej i Domskiej [1996]. Wśród odmian wystąpiło znaczne zróżnicowanie w zawartości miedzi, podobnie jak w badaniach Mikos i Styka [1989]. Najmniej Cu stwierdzono w ziarnie Bromy i Ismeny. Spośród pięciu badanych odmian jedynie w ziarnie Jasnej i Kontesy stwierdzono istotnie niższą zawartość miedzi po zastosowaniu nawożenia na poziomie 150 kg w porównaniu z dawką 50 kg N/ha.

Różnice w zawartości żelaza (tab. 2) w poszczególnych latach były jeszcze większe niż w zawartości miedzi. W roku 1999 stwierdzono dwukrotnie więcej

Tabela 1. Zawartość miedzi (mg/kg s.m.) w ziarnie pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotowego, odmiany i lat
 Table 1. Content of copper (mg/kg DM) in spring wheat grain depending on the level of nitrogen fertilization, cultivar and years

| Odmiana Cultivar | Nawożenia N N-fertilization, kg ha ⁻¹ | | | Średnio Mean |
|----------------------------------|--|-------|------|--------------|
| | 50 | 100 | 150 | |
| Rok 1998 Year 1998 | | | | |
| Broma | 8,08 | 7,40 | 7,63 | 7,70 |
| Ismena | 8,75 | 7,75 | 8,27 | 8,26 |
| Jasna | 9,90 | 9,39 | 9,84 | 9,71 |
| Kontesa | 8,50 | 10,62 | 7,93 | 9,02 |
| Torka | 8,08 | 8,30 | 8,30 | 8,23 |
| Średnio Mean | 8,66 | 8,69 | 8,39 | 8,58 |
| Rok 1999 Year 1999 | | | | |
| Broma | 5,48 | 5,39 | 4,93 | 5,27 |
| Ismena | 4,60 | 4,91 | 5,51 | 5,01 |
| Jasna | 6,96 | 6,37 | 5,35 | 6,23 |
| Kontesa | 5,73 | 6,95 | 5,78 | 6,15 |
| Torka | 6,45 | 6,03 | 5,67 | 6,04 |
| Średnio Mean | 5,84 | 5,93 | 5,44 | 5,74 |
| Rok 2000 Year 2000 | | | | |
| Broma | 5,40 | 5,07 | 5,28 | 5,25 |
| Ismena | 5,29 | 5,72 | 5,50 | 5,50 |
| Jasna | 7,25 | 7,23 | 7,44 | 7,31 |
| Kontesa | 7,13 | 7,26 | 5,20 | 6,53 |
| Torka | 5,10 | 6,18 | 5,63 | 5,64 |
| Średnio Mean | 6,03 | 6,29 | 5,81 | 6,05 |
| Średnio z 3 lat Mean for 3 years | | | | |
| Broma | 6,32 | 5,95 | 5,95 | 6,07 |
| Ismena | 6,21 | 6,13 | 6,43 | 6,26 |
| Jasna | 8,04 | 7,66 | 7,54 | 7,75 |
| Kontesa | 7,12 | 8,28 | 6,30 | 7,23 |
| Torka | 6,54 | 6,84 | 6,52 | 6,63 |
| Średnio Mean | 6,85 | 6,97 | 6,55 | 6,79 |

NIR LSD (0,05) nawożenie fertilization 0,15
 odmiany cultivars 0,22
 lata years 0,15
 inter. naw × odm. inter. fert. × cult. 0,47
 inter. naw × lata inter. fert. × years 0,37
 inter. odm. × lata inter. cult. × years 0,47

Fe w ziarnie niż w pozostałych latach. Średnio z trzech lat, podobnie jak w latach 1998 i 1999, najmniejszą zawartość omawianego pierwiastka stwierdzono przy nawożeniu azotowym w ilości 100 kg ha⁻¹. Wśród odmian najzasobniejsze w żelazo okazały się Kontesa i Ismena, zaś najuboższe – Broma i Jasna. Badane odmiany różnie reagowały na wzrastające dawki nawożenia azotowego. W przypadku Ismeny, Jasnej i Kontesy wzrost nawożenia z 50 do 150 kg ha⁻¹ N

przyczynił się do zwiększenia zawartości Fe w ziarnie, zaś w ziarnie Torki stwierdzono obniżenie się zawartości tego pierwiastka.

Zróżnicowanie zawartości cynku w ziarnie (tab. 3) nie wykraczało poza normy przyjęte dla zbóż [Kozak i inni 1995]. Podobnie jak w badaniach Rabi-kowskiej i Piszcz [1996b] największe ilości cynku ziarno pszenicy zawierało przy najwyższym nawożeniu azotowym (150 kg N/ha). Najmniej tego pier-wiastka

Tabela 2. Zawartość żelaza (mg/kg s.m.) w ziarnie pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotowego, odmiany i lat
Table 2. Content of iron (mg/kg DM) in spring wheat grain depending on the level of nitrogen fertilization, cultivar and years

| Odmiana Cultivar | Nawożenia N N-fertilization, kg ha ⁻¹ | | | Średnio Mean |
|----------------------------------|--|-------|-------|--------------|
| | 50 | 100 | 150 | |
| Rok 1998 Year 1998 | | | | |
| Broma | 54,4 | 43,4 | 69,7 | 55,8 |
| Ismena | 50,9 | 68,7 | 111,5 | 77,0 |
| Jasna | 48,3 | 47,4 | 70,5 | 55,4 |
| Kontesa | 48,1 | 70,3 | 115,3 | 77,9 |
| Torka | 83,4 | 46,1 | 63,9 | 64,5 |
| Średnio Mean | 57,4 | 55,2 | 86,2 | 66,1 |
| Rok 1999 Year 1999 | | | | |
| Broma | 137,6 | 109,9 | 109,4 | 119,0 |
| Ismena | 101,3 | 137,6 | 165,0 | 134,6 |
| Jasna | 127,9 | 119,4 | 119,4 | 122,2 |
| Kontesa | 156,9 | 116,8 | 188,7 | 154,1 |
| Torka | 122,6 | 124,0 | 109,2 | 118,6 |
| Średnio Mean | 129,3 | 121,5 | 138,3 | 129,7 |
| Rok 2000 Year 2000 | | | | |
| Broma | 47,9 | 52,8 | 52,6 | 51,1 |
| Ismena | 50,0 | 54,7 | 52,3 | 52,3 |
| Jasna | 50,4 | 56,9 | 53,8 | 53,7 |
| Kontesa | 54,6 | 50,2 | 56,1 | 53,6 |
| Torka | 41,2 | 49,5 | 56,3 | 49,0 |
| Średnio Mean | 48,8 | 52,8 | 54,2 | 52,0 |
| Średnio z 3 lat Mean for 3 years | | | | |
| Broma | 80,0 | 68,7 | 77,2 | 75,3 |
| Ismena | 67,4 | 87,0 | 109,6 | 88,0 |
| Jasna | 75,5 | 74,6 | 81,2 | 77,1 |
| Kontesa | 86,5 | 79,1 | 120,0 | 95,2 |
| Torka | 82,4 | 73,2 | 76,5 | 77,4 |
| Średnio Mean | 78,4 | 76,5 | 92,9 | 82,6 |

NIR LSD (0,05) nawożenie fertilization 1,49
odmiany cultivars 1,80
lata years 1,49
inter. naw. × odm. inter. fert. × cult. 3,95
inter. naw. × lata inter. fert. × years 3,69
inter. odm. × lata inter. cult. × years 3,95

Tabela 3. Zawartość cynku (mg/kg s.m.) w ziarnie pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotowego, odmiany i lat
 Table 3. Content of zinc (mg/kg DM) in spring wheat grain depending on the level of nitrogen fertilization, cultivar and years

| Odmiana Cultivar | Nawożenia N N-fertilization, kg ha ⁻¹ | | | Średnio Mean |
|----------------------------------|--|-------|-------|--------------|
| | 50 | 100 | 150 | |
| Rok 1998 Year 1998 | | | | |
| Broma | 35,02 | 34,87 | 37,27 | 35,72 |
| Ismena | 34,23 | 33,95 | 38,82 | 35,66 |
| Jasna | 36,92 | 39,03 | 40,49 | 38,81 |
| Kontesa | 36,70 | 35,21 | 40,32 | 37,41 |
| Torka | 35,02 | 35,25 | 38,25 | 36,17 |
| Średnio Mean | 35,58 | 35,66 | 39,03 | 36,76 |
| Rok 1999 Year 1999 | | | | |
| Broma | 60,05 | 58,73 | 54,29 | 57,69 |
| Ismena | 60,58 | 63,30 | 62,08 | 61,99 |
| Jasna | 65,67 | 63,67 | 65,25 | 64,86 |
| Kontesa | 55,86 | 60,75 | 61,85 | 59,49 |
| Torka | 57,57 | 52,61 | 55,47 | 55,22 |
| Średnio Mean | 59,95 | 59,81 | 59,79 | 59,85 |
| Rok 2000 Year 2000 | | | | |
| Broma | 36,71 | 43,86 | 34,40 | 38,32 |
| Ismena | 34,46 | 34,22 | 35,35 | 34,68 |
| Jasna | 33,97 | 33,77 | 34,94 | 34,23 |
| Kontesa | 37,07 | 39,22 | 37,05 | 37,78 |
| Torka | 32,64 | 35,88 | 35,83 | 34,78 |
| Średnio Mean | 34,97 | 37,39 | 35,51 | 35,96 |
| Średnio z 3 lat Mean for 3 years | | | | |
| Broma | 43,93 | 45,82 | 41,99 | 43,91 |
| Ismena | 43,09 | 43,82 | 45,42 | 44,11 |
| Jasna | 45,52 | 45,49 | 46,89 | 45,97 |
| Kontesa | 43,21 | 45,06 | 46,41 | 44,89 |
| Torka | 41,74 | 41,25 | 43,18 | 42,05 |
| Średnio Mean | 43,50 | 44,29 | 44,78 | 44,19 |

NIRLSD (0,05) nawożenie fertilization 0,32
 odmiany cultivars 0,49
 lata years 0,32
 inter. naw. × odm. inter. fert. × cult. 1,08
 inter. naw. × lata inter. fert. × years 0,79
 inter. odm. × lata inter. cult. × years 1,08

stwierdzono w ziarnie z 2000 roku po zastosowaniu 50 kg N/ha. Różnice w zawartości cynku między badanymi odmianami, choć niezbyt duże okazały się istotne. Najwięcej Zn zawierało ziarno Jasnej (45,97 mg/kg), zaś najmniej – Torki (42,05 mg/kg). Wzrost poziomu nawożenia azotowego wpływał na większą zawartość cynku w ziarnie Ismeny, Jasnej, Kontesy i Torki.

Tabela 4. Zawartość manganu (mg/kg s.m.) w ziarnie pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotowego, odmiany i lat
 Table 4. Content of manganese (mg/kg DM) in spring wheat grain depending on the level of nitrogen fertilization, cultivar and years

| Odmiana Cultivar | Nawożenia N N-fertilization, kg ha ⁻¹ | | | Średnio Mean |
|----------------------------------|--|-------|-------|--------------|
| | 50 | 100 | 150 | |
| Rok 1998 Year 1998 | | | | |
| Broma | 30,53 | 28,48 | 34,58 | 31,20 |
| Ismena | 36,03 | 37,11 | 49,67 | 40,94 |
| Jasna | 45,13 | 42,72 | 47,32 | 45,06 |
| Kontesa | 36,06 | 29,51 | 37,64 | 34,39 |
| Torka | 34,68 | 39,29 | 41,05 | 38,34 |
| Średnio Mean | 36,48 | 35,42 | 42,05 | 37,98 |
| Rok 1999 Year 1999 | | | | |
| Broma | 67,87 | 50,76 | 46,89 | 55,17 |
| Ismena | 51,04 | 66,54 | 67,71 | 61,76 |
| Jasna | 69,49 | 58,19 | 60,59 | 62,76 |
| Kontesa | 59,79 | 59,96 | 51,84 | 57,28 |
| Torka | 65,58 | 66,91 | 73,26 | 68,58 |
| Średnio Mean | 62,75 | 60,47 | 60,06 | 61,09 |
| Rok 2000 Year 2000 | | | | |
| Broma | 31,64 | 31,14 | 30,41 | 31,06 |
| Ismena | 38,89 | 34,97 | 33,84 | 35,90 |
| Jasna | 33,21 | 32,37 | 31,92 | 32,50 |
| Kontesa | 34,05 | 33,69 | 34,66 | 34,13 |
| Torka | 37,52 | 40,75 | 38,32 | 38,86 |
| Średnio Mean | 35,06 | 34,58 | 33,83 | 34,49 |
| Średnio z 3 lat Mean for 3 years | | | | |
| Broma | 43,35 | 36,79 | 37,29 | 39,14 |
| Ismena | 41,99 | 46,21 | 50,41 | 46,20 |
| Jasna | 49,28 | 44,43 | 46,61 | 46,77 |
| Kontesa | 43,29 | 41,05 | 41,38 | 41,91 |
| Torka | 45,93 | 48,98 | 50,88 | 48,60 |
| Średnio Mean | 44,77 | 43,49 | 45,31 | 44,52 |

NIR LSD (0,05) nawożenie, fertilization 0,53
 odmiany, cultivars 1,04
 lata, years 0,53
 inter. naw. × odm., inter. fert. × cult. 2,28
 inter. naw. × lata, inter. fert. × years 1,32
 inter. odm. × lata, inter. cult. × years 2,28

Jak wynika z danych tabeli 4, największe różnice w zawartości manganu wystąpiły między latami (34,49 mg/kg w 2000 r. i 61,09 mg/kg w 1999 r.). W badaniach Mikos i Styka [1989] różnice między latami były również istotne, jednak znacznie mniejsze. Rabikowska i Piszcz [1996a] wskazują na dodatni wpływ wzrastającego nawożenia azotowego na zawartość Mn. Przedstawione w niniejszej pracy dane wskazują na tendencję (w 2000 r.) lub istotny spadek

(w 1999 r.) zawartości Mn pod wpływem zwiększającego nawożenia azotowego. Jedynie w roku 1998, w przeciwieństwie do dwóch kolejnych lat badań, istotnie najwięcej tego pierwiastka zawierało ziarno przy najwyższym nawożeniu (150 kg N/ha). Podobnie jak w badaniach innych autorów [Mikos, Styk 1989] odmiany różniły się zawartością manganu w ziarnie. Spośród pięciu odmian najmniej Mn zawierało ziarno Bromy (39,14 mg/kg). Istotny wzrost zawartości manganu pod wpływem zwiększającego nawożenia stwierdzono w ziarnie Ismeny i Torki.

Omawiane w niniejszej pracy cztery mikroelementy w najmniejszych ilościach wystąpiły w ziarnie paszowej odmiany Broma, zaś najwięcej miedzi i cynku zawierała jakościowa Jasna, Elitarna Torka wyróżniała się jedynie najwyższą ilością manganu.

Warto podkreślić, że w roku 1999 w porównaniu z latami 1998 i 2000 w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono wysoką zawartość żelaza, cynku i manganu, zaś niską miedzi.

WNIOSKI

1. Ziarno pszenicy jarej zawierało najmniej miedzi, zaś najwięcej żelaza, cynku i manganu po zastosowaniu nawożenia azotowego na poziomie 150 kg N/ha.
2. Wśród badanych odmian pszenicy jarej najmniejszą zawartością miedzi, żelaza i manganu wyróżniła się przeznaczana na paszę Broma.
3. Duże różnice w zawartości miedzi, cynku, żelaza i manganu w ziarnie pszenicy wystąpiły pomiędzy latami badań.

PIŚMIENNICTWO

- Błaziak J., Łabuda S., Chwil S. 1996. Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość mikroelementów w zbożach jarych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434, 263–268.
- Bobrzecka D., Domska D. 1996. Ocena zależności między zawartością miedzi w pszenicy ozimej nawożonej dolistnie azotem i miedzią a jakością ziarna i wartością wypiekową mąki. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434, 83–89.
- Kozak L., Bubicz M., Mikos-Bielak M., Warda Z. 1995. Zawartość i pobranie cynku przez owies pochodzący z pól rolników indywidualnych. Annales UMCS, Sec. E, 50, 187–190.
- Mikos M., Styk B. 1989. Zawartość mineralnych składników pokarmowych w ziarnie trzech odmian pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 325, 109–117.
- Rabikowska B., Piszcz U. 1996a. Współdziałanie długoletniego nawożenia azotem i obornikiem na zawartość manganu w pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434, 97–104.
- Rabikowska B., Piszcz U. 1996b. Zawartość cynku i jego nagromadzenie przez pszenicę ozimą w warunkach trwałego zróżnicowania nawożenia obornikiem i azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434, 275–283.
- Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Wydawnictwo AR, Lublin, 248.