

## COMPARISON OF MICROELEMENT CONTENTS IN THE WINTER WHEAT GRAIN FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMS

### Summary

*Estimation of microelement contents in the winter wheat grain from neighbouring 50 organic and 50 conventional farms proved relatively small differentiation of Fe, Mn, Zn and Cu accumulation in grain from both farming systems. Microelement contents diminished as follows: Fe > Zn > Mn > Cu. Their contents were comprised in ranges: 32.90-66.50 mg Fe, 25.03-48.10 mg Mn, 21.68-37.75 mg Zn and 2.42-5.40 mg Cu · kg<sup>-1</sup>, as well as 38.05-94.50 mg Fe, 22.45-44.53 mg Mn, 32.28-57.00 mg Zn and 2.64-5.01 mg Cu · kg<sup>-1</sup> d.m. in organic and conventional farms, respectively. Mean of all microelement contents were slightly higher in the wheat grain from conventional farms. Microelement contents in grain from both groups of farms did not prove the essential dependences with their content in soil as well as with soil properties. The small differentiation of microelement contents in winter grain did not allow unambiguously to point out the better quality of wheat grain obtained in one of estimated farming systems.*

## PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI MIKROELEMENTÓW W ZIARNIE PSZENICY OZIMEJ Z GOSPODARSTW EKOLOGICZNYCH I KONWENCJONALNYCH

### Streszczenie

*Ocena zawartości mikroelementów w ziarnie pszenicy ozimej z sąsiadujących ze sobą 50 gospodarstw ekologicznych i 50 konwencjonalnych wykazała względnie małe zróżnicowanie zawartości Fe, Mn, Zn i Cu w ziarnie z obydwu systemów gospodarowania. Zawartości mikroelementów malały następująco: Fe > Zn > Mn > Cu i mieściły się w zakresach: od 32,90 do 66,50 mg Fe, od 21,68 do 37,75 mg Zn, od 25,03 do 48,10 mg Mn i od 2,42 do 5,40 mg Cu · kg<sup>-1</sup> oraz od 38,05 do 94,50 mg Fe, od 32,28 do 57,00 mg Zn, od 22,45 do 44,53 mg Mn i od 2,64 do 5,01 mg Cu · kg<sup>-1</sup>, odpowiednio w ziarnie z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych. Średnie zawartości wszystkich mikroelementów były nieznacznie wyższe w ziarnie pszenicy z gospodarstw konwencjonalnych. Zawartość mikroelementów w ziarnie z obydwu grup gospodarstw nie wykazywała istotnych zależności z ich zawartością w glebie oraz z właściwościami gleby. Małe zróżnicowanie zawartości mikroelementów w ziarnie nie pozwala jednoznacznie wskazać lepszej jakości ziarna uzyskanego jednym z ocenianych systemów gospodarowania.*

### Wprowadzenie

Zawartość mikroelementów w roślinach zależy od wielu czynników, do których można zaliczyć gatunek, fazę rozwojową i część rośliny. Ich pobieranie z gleby warunkują właściwości gleby, z których najważniejszymi są: zawartość przyswajalnych form mikroelementów i substancji sorbujących oraz zakwaszenie gleby. Ponadto ważną rolę odgrywają warunki klimatyczne, zwłaszcza ilość i rozkład opadów, oraz stosowane nawożenie organiczne i mineralne. Nawożenie mineralne może wywierać wpływ bezpośredni lub pośredni na zawartość mikroelementów, poprzez oddziaływanie na ich specjację w glebie oraz własności gleby. Szczególną rolę odgrywają nawozy wapniowe, fosforowe i wieloskładnikowe, ponieważ do ich produkcji używa się surowce zawierające obok głównych komponentów substancje balastowe, m.in. metaliczne pierwiastki śladowe w formach słabo rozpuszczalnych (np. węglany i fosforany). Surowce te po zmieleniu są dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym [1]. Natomiast podczas ich przetworzenia w procesach technologicznych (roztwarzanie w silnych kwasach, prażenie), następuje zwiększenie fitoprzyswajalności metali [2, 3]. W rejonach przemysłowych na skutek depozycji pyłów metalicznych metale te gromadzą

się głównie w wierzchniej warstwie gleby i mogą wywierać ujemny wpływ na rozwój roślin oraz pogarszać jakość produktów roślinnych. W większości krajów europejskich od wielu lat notuje się zmniejszone zużycie nawozów mineralnych [4, 5], co może ujemnie oddziaływać na zawartość mikroelementów w glebach i roślinach, ale z drugiej strony może mieć pozytywny wpływ na jakość środowiska naturalnego [6].

### Cel

Celem pracy było porównanie zawartości mikroelementów (Fe, Mn, Zn i Cu) w ziarnie pszenicy uprawianej w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych w województwie małopolskim.

### Materiały i metody badań

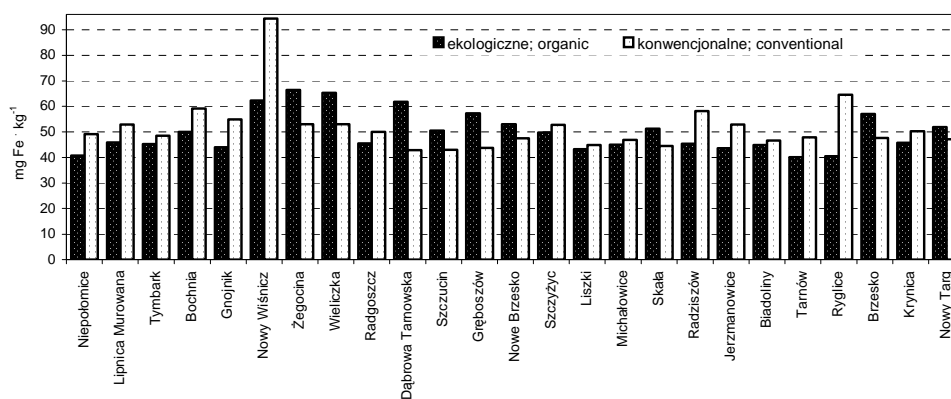
Badania przeprowadzono w 2004 roku. Materiał do badań pobrano z sąsiadujących ze sobą gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych w miejscowościach należących administracyjnie do 25 gmin województwa małopolskiego. Z każdego gospodarstwa pobrano po jednej próbce

Tab. 1. Parametry statystyczne zawartości mikroelementów w ziarnie pszenicy ozimej z gospodarstw ekologicznych  
 Table 1. Statistical parameters of microelements content in winter wheat grain from organic farms

Parametr Parameter	Fe	Mn	Zn	Cu
	mg · kg <sup>-1</sup>			
Wartość minimalna; Minimal value	32,90	21,68	25,03	2,423
Wartość maksymalna; Maximal value	66,50	37,75	48,10	5,400
Średnia arytmetyczna; Arithmetical mean	47,61	29,37	37,33	4,298
Średnia geometryczna; Geometrical mean	46,98	29,21	36,92	4,268
Mediana; Median	46,04	29,79	38,11	4,373
Odchylenie standardowe; Standard deviation	8,02	3,14	5,52	0,482
Względne odchylenie standardowe; Relative standard deviation (%)	16,8	10,7	14,8	11,2

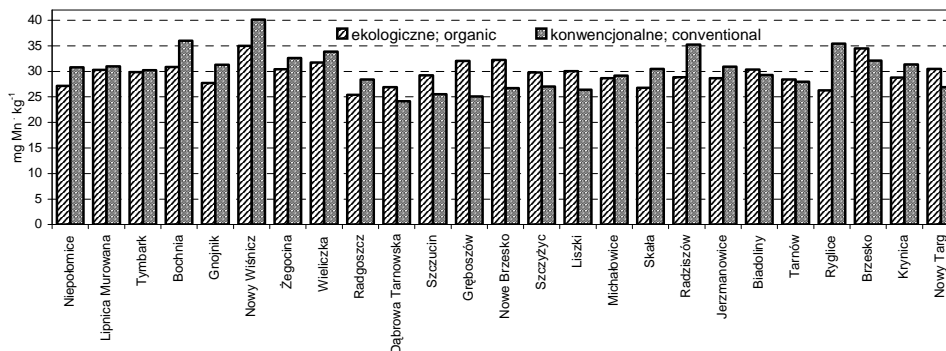
Tab. 2. Parametry statystyczne zawartości mikroelementów w ziarnie pszenicy ozimej z gospodarstw konwencjonalnych  
 Table 2. Statistical parameters of microelements content in winter wheat grain from conventional farms

Parametr Parameter	Fe	Mn	Zn	Cu
	mg · kg <sup>-1</sup>			
Wartość minimalna; Minimal value	38,05	22,45	32,28	2,643
Wartość maksymalna; Maximal value	94,50	44,53	57,00	5,005
Średnia arytmetyczna; Arithmetical mean	51,51	30,56	41,76	4,363
Średnia geometryczna; Geometrical mean	50,70	30,19	41,44	4,339
Mediana; Median	48,23	29,97	40,92	4,437
Odchylenie standardowe; Standard deviation	10,26	4,98	5,38	0,432
Względne odchylenie standardowe; Relative standard deviation (%)	19,9	16,3	12,9	9,9



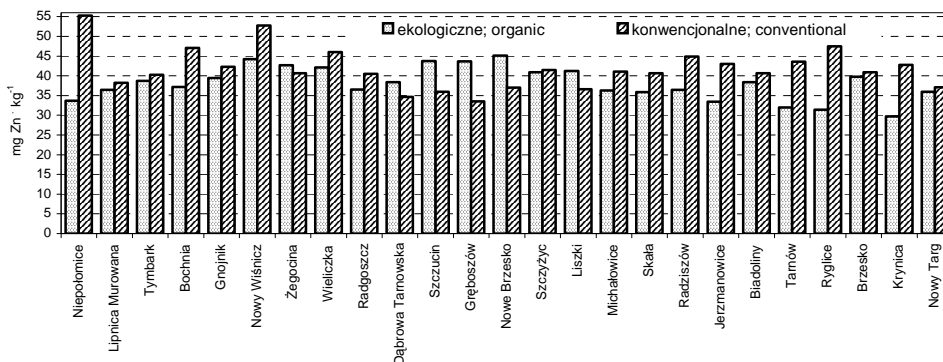
Rys. 1. Zawartość żelaza w ziarnie pszenicy ozimej z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych (mg Fe · kg<sup>-1</sup>) – średnie dla gmin

Fig. 1. Iron content in winter wheat grain from organic and conventional farms (mg Fe · kg<sup>-1</sup>) – mean for communes



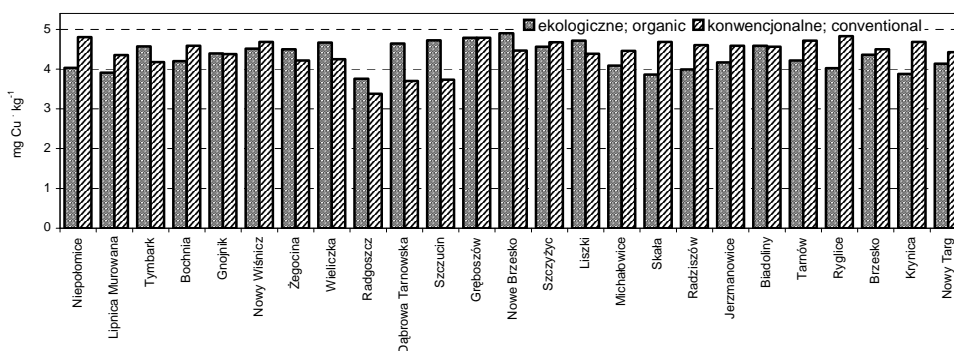
Rys. 2. Zawartość manganu w ziarnie pszenicy ozimej z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych (mg Mn · kg<sup>-1</sup>) – średnie dla gmin

Fig. 2. Manganese content in winter wheat grain from organic and conventional farms (mg Mn · kg<sup>-1</sup>) – mean for communes



Rys. 3. Zawartość cynku w ziarnie pszenicy ozimej z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych ( $\text{mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) – średnie dla gmin

Fig. 3. Zinc content in winter wheat grain from organic and conventional farms ( $\text{mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) – mean for communes



Rys. 4. Zawartość miedzi w ziarnie pszenicy ozimej z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych ( $\text{mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) – średnie dla gmin

Fig. 4. Copper content in winter wheat grain from organic and conventional farms ( $\text{mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) – mean for communes

średniej ziarna pszenicy ozimej w pełnej dojrzałości po omłocie. Próbkę pobrano ze 100 gospodarstw, uzyskując po 50 próbek ziarna pszenicy z każdego typu gospodarstw. Ziarno pszenicy wysuszone na powietrzu, zmielono, zmineralizowano na sucho w piecu muflowym, a otrzymany popiół roztworzono w kwasie azotowym(V) (1:2) [7]. W uzyskanych wyciągach oznaczono zawartość Fe, Mn, Zn i Cu metodą ICP-EAS w aparacie JY 238 ULTRACE Jobin Yvon Emission. Zawartości pierwiastków w ziarnie pszenicy ozimej odniesiono do suchej masy. Do wyznaczenia parametrów statystycznych oraz obliczenia współczynników korelacji prostej wykorzystano program Statistica wersja 6.1 minor.

## Wyniki i ich omówienie

Zawartości mikroelementów w ziarnie z obydwu typów gospodarstw malała w następującej kolejności:  $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cu}$ . Zawartości mikroelementów wykazywały względnie małe zróżnicowanie w ziarnie z obydwu grup gospodarstw i mieściły się w podobnych zakresach (tab. 1 i 2). Można zauważyć nieco większe zróżnicowanie zawartości Fe i Mn w ziarnie z gospodarstw konwencjonalnych, a Zn i Cu w ziarnie z gospodarstw ekologicznych.

Ziarno z gospodarstw ekologicznych zawierało: od 32,90 do 66,50 mg Fe, od 21,68 do 37,75 mg Zn, od 25,03 do 48,10 mg Mn i od 2,42 do 5,40 mg Cu  $\cdot \text{kg}^{-1}$ . W ziarnie z gospodarstw konwencjonalnych zawartości mikroelemen-

tów mieściły się w przedziałach: od 38,05 do 94,50 mg Fe, od 32,28 do 57,00 mg Zn, od 22,45 do 44,53 mg Mn i od 2,64 do 5,01 mg Cu  $\cdot \text{kg}^{-1}$ . Średnie zawartości wszystkich mikroelementów były nieznacznie wyższe w ziarnie pszenicy z gospodarstw konwencjonalnych. Na podobne zależności wskazują wartości średnich arytmetycznych i geometrycznych oraz median.

Średnie zawartości mikroelementów w ziarnie pszenicy z poszczególnych gmin województwa małopolskiego (rys. 1-4) nie różniły się znacząco, ale w podobnych warunkach glebowo-klimatycznych stwierdzano zbliżone ich zawartości, np. więcej Fe, Mn i Zn w ziarnie z gmin Wieliczka, Nowy, Bochnia i Ryglice, a mniej z gmin Niepołomice, Dąbrowa Tarnowska i Szczucin. Można zauważyć współwystępowanie Fe i Zn oraz Mn i Zn w badanym materiale z większości gmin. Należy to wiązać z właściwościami gleby, od których istotnie zależała zawartość rozpuszczalnych form mikroelementów w glebie. Średnie zawartości miedzi w ziarnie z poszczególnych gmin wykazywały mniejsze zróżnicowanie niż pozostałych mikroelementów. Niezależnie od systemu gospodarowania, zawartość Zn i Mn w glebie była skorelowana ujemnie a Fe dodatnio z kwasowością hydrolityczną gleby; wartości współczynników korelacji istotnych dla  $\alpha \leq 0,01$  wynosiły odpowiednio: -0,458, -0,484 i = 0,591 dla gleb gospodarstw ekologicznych oraz -0,610, -0,415 i = 0,392 dla gleb gospodarstw konwencjonalnych. Ponadto zawartość Mn była dodatnio skorelowana z udziałem kationów zasadowych w kompleksie sorpcyj-

nym;  $r_{0,01} = 0,416$  i  $0,435$ , odpowiednie dla gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych. Natomiast zawartość mikroelementów w ziarnie z obydwu grup gospodarstw nie wykazywała istotnych zależności z ich zawartością w glebie oraz z właściwościami gleby (kwasowością i pojemnością sorpcyjną). Tylko ich akumulacja w ziarnie z gospodarstw konwencjonalnych była istotnie ujemnie skorelowana z zawartością materii organicznej, odpowiednio:  $r_{0,01} = -0,400$ ,  $r_{0,05} = -0,299$ ,  $r_{0,01} = -0,361$ ,  $r_{0,05} = -0,329$  dla Fe, Mn, Zn i Cu.

## Dyskusja

Zawartości Fe, Mn i Zn w ziarnie pszenicy ozimej z obydwu typów gospodarstw z poszczególnych gmin były podobne i nie odbiegały zasadniczo od stwierdzanych w różnych warunkach uprawy [8]. Ziarno pszenicy uprawianej w rejonie o przewadze gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych (Limanowa) lub gleb słabo kwaśnych i obojętnych (Przemysł) zawierało: od 22,91 do 77,20 mg Fe, od 19,64 do 82,57 mg Mn, od 17,97 do 61,28 mg Zn i od 2,01 do 8,07 mg Cu · kg<sup>-1</sup> s.m. [9]. Zakresy i zmienność zawartości mikroelementów w obydwu rejonach były około dwukrotnie większe niż w prezentowanych badaniach, przy czym zawartość Fe, Mn i Cu była zróżnicowana w większym stopniu w ziarnie z gminy Tymbark, a Zn w ziarnie z gminy Przemysł. Średnio większe zawartości Fe, Mn, Zn i Cu zanotowano na glebach bardzo kwaśnych i kwaśnych, co wskazuje na lepszą przyswajalność mikroelementów w tych warunkach [10]. W glebach o odczynie kwaśnym wykazują one na ogół dużą ruchliwość, a wraz ze wzrostem wartości pH mogą być unieruchamiane w formie węglanów i fosforanów o małej rozpuszczalności. Z kolei ziarno pszenicy uprawianej na glebie aluwialnej o odczynie obojętnym zawierało: od 40 do 45 mg Fe, od 31 do 42 mg Mn i od 30 do 36 mg Zn · kg<sup>-1</sup> s.m., ale około 10 razy mniej miedzi niż w omawianych badaniach, od 0,5 do 0,75 mg Cu · kg<sup>-1</sup> s.m. [11]. Wynika to z wpływu zakwaszenia gleby na ruchliwość miedzi, która zmniejsza się w miarę wzrostu pH [10]. Jednak w wyższych zakresach pH metale mogą nagromadzać się w roślinach na skutek wypierania z kompleksu sorpcyjnego przez kationy wapnia i magnezu.

Małe zróżnicowanie zawartości mikroelementów w ziarnie z obydwu ocenianych grup gospodarstw może wskazywać na niewielkie znaczenie nawożenia mineralnego w badanym rejonie. Większość gospodarstw zaliczonych w tych badaniach do grupy konwencjonalnych, praktycznie nie stosuje nawozów mineralnych lub stosuje niewielkie ich dawki ze względu na produkcję płodów rolnych na własne potrzeby, przy znikomym udziale produkcji towarowej. Dlatego zawartość mikroelementów odzwierciedla w większym stopniu zróżnicowanie zasobności gleb w te składniki niż wpływ systemu uprawy. Z tego względu nie można jednoznacznie wykazać lepszej jakości ziarna uzyskanego jednym z porównanych systemów gospodarowania. Podobne wyniki uzyskała Romanowska [12].

## Wnioski

1. Zawartości Fe, Mn, Zn i Cu w ziarnie pszenicy z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych wykazywały względnie małe zróżnicowanie.
2. Średnie zawartości Fe, Mn i Zn w ziarnie pszenicy ozimej z obydwu typów gospodarstw z poszczególnych gmin różniły się w nieco większym stopniu niż zawartość Cu, ale nie odbiegały zasadniczo od powszechnie stwierdzanych.
3. Małe zróżnicowanie zawartości mikroelementów w ziarnie z ocenianych gospodarstw nie daje podstaw do stwierdzenia lepszej jakości ziarna pochodzącego z jednego z porównanych systemów gospodarowania.

## Literatura

- [1] Ustawa o rolnictwie ekologicznym z dnia 20 kwietnia 2004 r. Dz. U. Nr 93, 2004 r., poz. 898
- [2] Górecki H.: Metale ciężkie w nawozach fosforowych i wieloskładnikowych. *Przemysł Chemiczny* 69(1), s. 5-9, 1990
- [3] Bednarek W., Lipiński W.: Nawozy fosforowe i wieloskładnikowe jako źródło zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 448 a, s. 35-40, 1997
- [4] Fotyma M.: Gospodarka nawozowa w Polsce w latach 1990-1999. *Nawozy i Nawożenie (Fertilizers and Fertilization)* 4(5), s. 7-17, 2000
- [5] Grzesiak M., Domańska W. (red.): *Ochrona środowiska – informacje i opracowania statystyczne*. GUS, Warszawa 2006, 522 ss.
- [6] Sykut S., Ruszkowska M.: Wymywanie mikroelementów i niektórych pierwiastków śladowych z gleb w lizymetrach. *Nawozy i Nawożenie (Fertilizers and Fertilization)* 4(5), 26-34, 2000
- [7] Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z.: *Metody analizy i ocena właściwości gleb i roślin*. Wyd. IOŚ, Warszawa 1991, 333 ss.
- [8] Jasiewicz Cz., Zając T., Sendor R., Witkiewicz R.: Oddziaływanie wsiewek na plon i skład chemiczny roślin ochronnych uprawianych w różnych warunkach siedliska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 421a, s. 151-161, 1995
- [9] Wiśniowska-Kielian B.: Trace element contents in soil and winter wheat. Part I. Microelements content. *Ecol. Chem. Eng./Chem. Inż. Ekol.* 10(9), 1011-1019, 2003.
- [10] Lipiński W.: Oddziaływanie niektórych właściwości gleby na zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy, żyta oraz bulwach ziemniaka. *Rozprawy Naukowe AR Lublin, Zeszyt* 249, 78 ss., 2001
- [11] Wiśniowska-Kielian B., Kielian A.: Trace element contents in soil and winter wheat depending on field position on a slope. *Ecol. Chem. Eng./Chem. Inż. Ekol.* 10(9), 1039-1045, 2003
- [12] Romanowska M.: *Skład jakościowy roślin uprawianych w gospodarstwach ekologicznych*. Praca doktorska (maszynopis), Katedra Chemii Rolniczej, Akademia Rolnicza, Wrocław 2004.