

ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH JAKO KRYTERIUM OCENY JAKOŚCI ZIARNA PSZENICY OZIMEJ

Wiesław Bednarek¹, Przemysław Tkaczyk², Sławomir Dresler¹

¹Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: wieslaw.bednarek@up.lublin.pl

²Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Lublinie, ul. Sławinkowska 5, 20-810 Lublin

Streszczenie. W rejonach uprawy pszenicy ozimej na Lubelszczyźnie pobrano do analiz chemicznych próby ziarna i gleby. Celem badań była ocena jakości ziarna pszenicy ozimej na podstawie zawartości metali ciężkich (ołowiu, kadmu, niklu, cynku, miedzi, arsenu, rtęci) oraz określenie korelacji występujących pomiędzy nimi a niektórymi właściwościami gleby i rośliny. Zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej nie zależała istotnie od gleby, na której była uprawiana ta roślina. Zależność zawartości tych metali w ziarnie od niektórych właściwości gleby była niewielka i miała często charakter losowy. Wskazują na to współczynniki determinacji, których wartości mieściły się w przedziale 4,3-38,5%. Występowanie poszczególnych metali ciężkich w ziarnie pszenicy było uzależnione w niewielkim stopniu od zawartości w tej części rośliny pozostałych, analizowanych pierwiastków. Informują o tym współczynniki determinacji, które mieściły się w przedziale 10,3-25,1%. Przeciętna zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej (0,106 mg Pb, 0,062 mg Cd, 0,425 mg Ni, 24,2 mg Zn, 2,94 mg Cu, 0,007 mg As, 0,0003 mg Hg kg⁻¹ św.m.) wskazuje, że była ona niewielka i nie przekraczała górnego poziomu zanieczyszczeń, które mogą się znajdować w tego typu produktach.

S ł o w a k l u c z o w e: pszenica ozima, metale ciężkie, ziarno, jakość

WSTĘP

Gleby uprawne w Polsce charakteryzują się, w zdecydowanej większości, naturalną zawartością metali ciężkich (Kabata-Pendias i in. 1993). W pobliżu niektórych zakładów przemysłowych, szlaków komunikacyjnych, rejonów miejskich, itp., mogą pojawić się obszary o podwyższonej koncentracji tych metali. Jeżeli właściwości gleb będą sprzyjać ich występowaniu w formach ruchliwych to mogą one zostać pobrane w większych ilościach przez rośliny i w ten sposób trafić do organizmów wyższych (Kucharzewski i Dębowski 1996, Nowak i Ku-

charzewski 2000, Lipiński 2001). Nagromadzenie niektórych pierwiastków śladowych w tkankach zwierząt czy ludzi może być przyczyną wielu poważnych chorób. Dlatego należy kontrolować zawartość tych pierwiastków, szczególnie w częściach użytkowych roślin (ziarno, bulwy, nasiona, korzenie), po to, aby poprzez odpowiednie zabiegi agrotechniczne, np. wapnowanie czy stosowanie nawozów naturalnych i organicznych, zapobiec ich przedostawaniu się do kolejnych ogniw łańcucha troficznego (Gorlach 1991, Właśniewski 2000, Lipiński 2001, Mercik i in. 2004, Rozp. MZ 2003).

Celem badań była ocena jakości ziarna pszenicy ozimej na podstawie zawartości niektórych metali ciężkich (Pb, Cd, Ni, Zn, Cu, As, Hg) oraz określenie związków tych metali z wybranymi właściwościami gleby i rośliny.

MATERIAŁ I METODY

W rejonach uprawy pszenicy ozimej na Lubelszczyźnie (kolejno: 1 – Hrubieszów, 2 – Tomaszów Lubelski, 3 – Zamość, 4 – Krasnystaw, 5 – Chełm, 6 – Lublin, 7 – Bychawa) pobrano do analiz chemicznych próby ziarna i gleby (2001-2003). Roślinę tę uprawiano na glebach brunatnoziemnych oraz czarnoziemach i rędzinach. Były one przede wszystkim lekko kwaśne, a nawet obojętne (1 rejon), dobrze zaopatrzone w fosfor i potas przyswajalny (zasobność średnia, wysoka lub bardzo wysoka), nisko lub średnio w przyswajalny magnez oraz zawierały od 1,7 do 2,0% próchnicy. Charakteryzowały się naturalną zawartością metali śladowych. Formy całkowite metali ciężkich (ołów, kadm, nikiel, cynk, miedź, arsen, rtęć) w glebie i roślinie zostały oznaczone metodą ASA, inne analizy wg procedur badawczych obowiązujących w akredytowanym laboratorium OSCHR w Lublinie (Katalog metod., 2007). Otrzymane wyniki analiz chemicznych oceniono statystycznie metodą analizy wariancji – klasyfikacja pojedyncza z zastosowaniem półprzedziałów ufności Tukey'a ($p = 0,05$). Obliczono również związki występujące pomiędzy niektórymi cechami gleby i rośliny a zawartością poszczególnych metali ciężkich w ziarnie (współczynniki korelacji, korelacji wielokrotnej, determinacji, równania regresji wielokrotnej). Obliczenia wykonano z wykorzystaniem programów Statistica 6.0 i Statgraphics Plus 5.0. Zmiennymi niezależnymi były, w ziarnie pszenicy: x_1 – Pb, x_2 – Cd, x_3 – Ni, x_4 – Zn, x_5 – Cu, x_6 – As, x_7 – Hg, x_8 – S; w glebie: x_9 – frakcja piasku, x_{10} – frakcja pyłu, x_{11} – frakcja 0,02 – 0,002 mm, x_{12} – frakcja < 0,002 mm, x_{13} – pH_{KCl} , x_{14} – próchnica, x_{15} – P przyswajalny, x_{16} – K przyswajalny, x_{17} – Mg przyswajalny, x_{18} – S/SO₄, x_{19} – Pb, x_{20} – Cd, x_{21} – Ni, x_{22} – Zn, x_{23} – Cu, x_{24} – As, x_{25} – Hg. Zmiennymi zależnymi była zawartość ołowiu, kadmu, niklu, cynku, miedzi, arsenu i rtęci w ziarnie pszenicy ozimej. W tabelach 2 i 4 zamieszczono tylko istotne ($p = 0,05$) wartości współczynników korelacji.

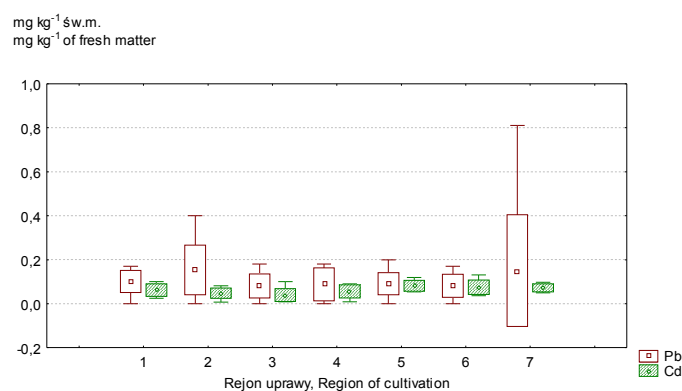
WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość ołowiu w ziarnie pszenicy ozimej nie zależała istotnie od rejonu uprawy tej rośliny (tab. 1, rys. 1).

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m.)

Table 1. Content of heavy metals in winter wheat grain ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of fresh matter)

Rejon uprawy Region of cultivation	Pb	Cd	Ni	Zn	Cu	As	Hg
1	0,101	0,061	0,473	22,9	2,76	0,012	0,0003
2	0,153	0,048	0,296	26,0	2,90	0,013	0,0004
3	0,081	0,039	0,262	22,2	3,16	0,007	0,0003
4	0,088	0,056	0,336	22,3	3,11	0,008	0,0003
5	0,091	0,081	0,378	25,7	3,11	0,003	0,0002
6	0,081	0,075	0,420	24,4	3,06	0,005	0,0003
7	0,150	0,072	0,812	25,7	2,48	0,004	0,0004
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,075	0,035	0,684	9,20	1,04	0,013	0,26·10 ⁻³



□ średnia – average; [] ± odch. std, ± standard deviation; ⊥ min.-maks., min.-max.

Rys. 1. Zawartość ołowiu i kadmu w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od rejonu uprawy
Fig. 1. Contents of lead and cadmium in grain of winter wheat in dependence on region of cultivation

Spostrzeżenia te potwierdzają wyliczone współczynniki korelacji (tab. 2), z których wynika, że pierwiastek ten wykazywał udowodnioną statystycznie, ujemną zależność, jedynie z zawartością Cd w glebie. Jednak wartość r_{xy} była stosunkowo niewielka ($-0,269$).

Tabela 2. Zależność zawartości metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej od właściwości gleby (współczynniki korelacji) (n = 84)

Table 2. Dependence of heavy metals contents in winter wheat grain on soil properties (correlation coefficients) (n = 84)

Zmienna Variable	Pb	Cd	Ni	Zn	Cu	As	Hg
1-0,1mm							
0,1-0,02			0,251				
0,02-0,002		0,301	0,378				
<0,002				-0,260		0,337	0,258
pH _{KCl}				-0,355			
Próchnica							0,255
Humus							
Pprzys. Avail. P							
Kprzys. Avail. K							
Mgprzys. Avail. Mg							
S-SO ₄							
Pb							
Cd	-0,269						0,539
Ni				-0,336		0,264	
Zn							
Cu							0,308
As							
Hg							

Wielkość wyliczonych współczynników korelacji wielokrotnej oraz determinacji (a także równanie regresji wielokrotnej) jest zgodna z wcześniejszymi uwagami (tab. 3). Natomiast Lipiński (2001) stwierdził, że wzrost zawartości części spławialnych przyczynił się do udowodnionego statystycznie przyrostu ilości tego pierwiastka w ziarnie pszenicy ozimej, a zwiększenie koncentracji Pb w glebie nie przekładało się na istotny przyrost jego zawartości w ziarnie pszenicy (Chłopecka 1994). Również zawartość ołowiu w ziarnie praktycznie w niewielkim stopniu uzależniona była od występowania w tej części rośliny pozostałych, oznaczanych pierwiastków (tab. 4 i 5). Średnia zawartość ołowiu w ziarnie pszenicy ozimej (0,106 mg Pb·kg⁻¹ kg św.m.) wskazuje, że nie została przekroczona górna granica (0,20 mg Pb·kg⁻¹ św.m.) w tym materiale spożywczym (Gorlach 1991, Właśniewski 2000, Lipiński 2001, Kulczycki i Grochol-ski 2004, Rozp. MZ 2003).

Tabela 3. Zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od właściwości gleby
Table 3. Contents of heavy metals in grain of winter wheat in dependence on soil properties

Ziarno Grain	R	R ² x100	Poziom istotności Significance level	Równanie regresji wielokrotnej Multiple regression equation
Pb	0,356	12,6	0,045	$y = 0,172 - 0,55_{x17} + 0,0016_{x19} - 0,015_{x15}$
Cd	0,450	20,3	0,041	$y = 0,072 - 0,0051_{x15} - 0,33_{x12} \cdot 10^{-3} + 0,002_{x18} - 0,009_{x21} + 0,0026_{x14} - 0,33_{x13} \cdot 10^{-3}$
Ni	0,350	12,2	0,051	$y = 0,21 + 0,072_{x16} - 5,77_{x22} - 0,053_{x10}$
Zn	0,461	21,3	0,007	$y = 34,7 - 1,51_{x10} - 0,598_{x18} + 1,47_{x11} - 0,768_{x15}$
Cu	0,208	4,3	0,101	$y = 3,22 - 0,189_{x21}$
As	0,400	16,0	0,005	$y = 0,008 + 0,001_{x9} - 0,66_{x16} \cdot 10^{-3}$
Hg	0,621	38,5	$0,9 \cdot 10^{-4}$	$y = 0,0002 + 0,001_{x17} + 0,4_{x20} \cdot 10^{-5} - 0,15_{x16} \cdot 10^{-4} + 0,1_{x9} \cdot 10^{-4} - 0,3_{x10} \cdot 10^{-4} + 0,5_{x11} \cdot 10^{-4}$

R – współczynnik korelacji wielokrotnej – multiple correlation coefficient,

R²x100 – współczynnik determinacji – determination coefficient.

Zawartość kadmu w ziarnie, w zasadzie, nie zależała istotnie od rejonu uprawy rośliny. Jedynie w próbach pobranych z rejonu 3 było istotnie mniej tego pierwiastka niż w próbach rejonu 5-7. Zawartość Cd w ziarnie wykazywała istotną, dodatnią, zależność z ilością w glebie iltu pyłowego (tab. 2, rys. 1). Jednak pozostałe obliczenia statystyczne informują, że zależność zawartości kadmu w ziarnie od wszystkich oznaczanych właściwości glebowych kształtowała się na niskim poziomie (tab. 3). Jak twierdzą Właśniewski (2000) i Lipiński (2001) przyrost zawartości części spławialnych przyczyniał się do zwiększenia, a przyrost pH gleby do zmniejszenia ilości Cd w ziarnie pszenicy ozimej. Chłopecka (1994) z kolei informuje o istotnej korelacji pomiędzy zawartością kadmu w glebie i ziarnie pszenicy ($r_{xy} = 0,98$). Stwierdzono pewne, dodatnie związki zawartości Cd i Ni w ziarnie (tab. 4). Zawartość kadmu w ziarnie w bardzo niewielkim stopniu zależała od wszystkich pozostałych pierwiastków (tab. 5). Średnia zawartość kadmu w ziarnie pszenicy ozimej ($0,062 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ św. m.) wskazuje, że była ona na bezpiecznym poziomie, i że w żadnej próbie nie przekraczała dopuszczalnej granicy ($0,10 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ św.m.) (Gorlach 1991, Kucharzewski i Dębowski 1996, Właśniewski 2000, Lipiński 2001, Rozp. MZ 2003).

Tabela 4. Zawartości metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od występowania różnych pierwiastków w tym organie (współczynniki korelacji) (n = 84)

Table 4. Contents of heavy metals in grain of winter wheat in dependence on the occurrence of various elements in this organ (correlation coefficients) (n = 84)

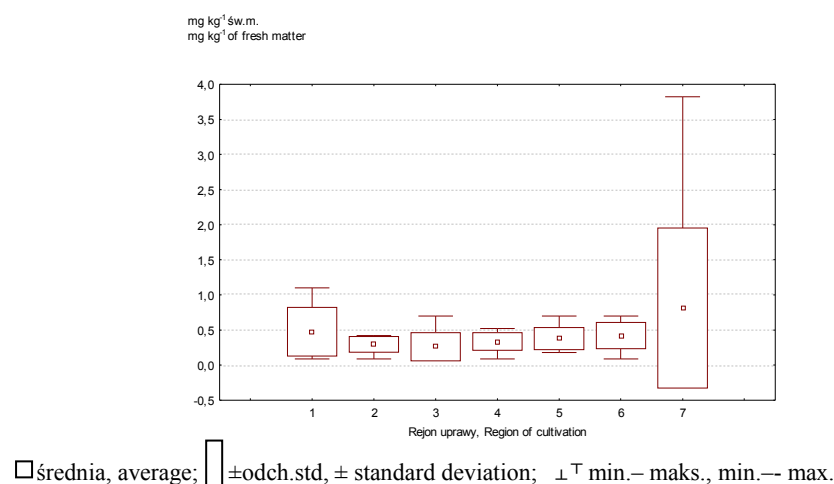
Zmienna Variable	Pb	Cd	Ni	Zn	Cu	As	Hg
Pb	–						
Cd		–					
Ni		0,261	–				
Zn			0,331	–			
Cu	–0,264			0,274	–		
As						–	
Hg						0,251	–
S							

Tabela 5. Zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od występowania poszczególnych pierwiastków w tej części rośliny

Table 5. Contents of heavy metals in winter wheat grain in dependence on the occurrence of particular elements in this part of the plant

Ziarno Grain	R	R ² x100	Poziom istotności Significance level	Równanie regresji wielokrotnej Multiple regression equation
Pb	0,452	20,4	0,020	$y = 0,24 - 0,04_{x5} + 3,8_{x6} - 129,0_{x7} - 0,85_{x8} + 0,002_{x4}$
Cd	0,321	10,3	0,038	$y = 0,05 + 0,015_{x3} + 26,9_{x7}$
Ni	0,446	19,9	0,011	$y = -0,23 + 0,03_{x4} + 3,24_{x2} - 0,105_{x5} + 7,87_{x6}$
Zn	0,501	25,1	0,0006	$y = 15,9 + 4,8_{x3} + 2,5_{x5} - 160,0_{x6}$
Cu	0,425	18,0	0,019	$y = 2,14 + 0,04_{x4} - 1,75_{x1} - 0,26_{x3} + 11,47_{x6}$
As	0,421	17,7	0,021	$y = 0,005 + 13,0_{x7} + 0,02_{x1} - 0,0003_{x4} + 0,04_{x8}$
Hg	0,408	16,7	0,029	$y = 0,0003 + 0,007_{x6} - 0,0004_{x1} + 0,001_{x2} - 0,001_{x6}$

Zawartość niklu w ziarnie pszenicy była zróżnicowana w zależności od rejonu uprawy (tab. 1, rys. 2). Jednak różnice te były zbyt małe aby uznać je za istotne statystycznie. Natomiast Lipiński (2001) informuje, że przyrost pH gleby oraz przyswajalnego fosforu i potasu może ograniczać występowanie Ni w ziarnie pszenicy ozimej. Ilość tego pierwiastka w ziarnie może zależeć od zawartości cząstek pyłowych i ilu pyłowego w glebie (tab. 2), rozpatrywana w zależności od wszystkich właściwości gleby była nieistotna (tab. 3)

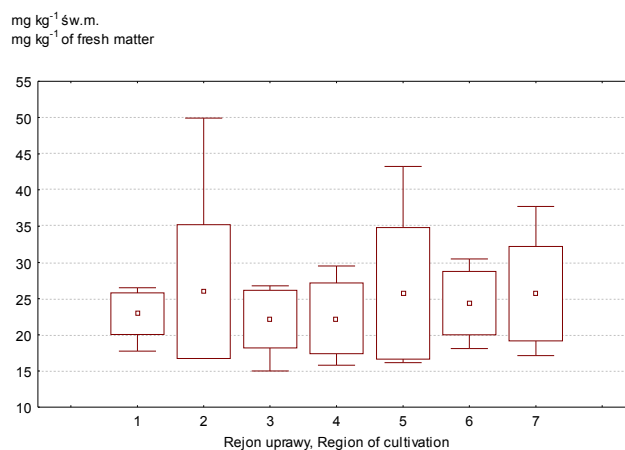


Rys. 2. Zawartość niklu w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od rejonu uprawy

Fig. 2. Contents of nickel in grain of winter wheat in dependence on region of cultivation

Zawartość cynku wykazywała synergistyczny wpływ na występowanie Ni w badanej części rośliny (tab. 4), jednak ilość Ni w ziarnie w niewielki sposób zależała od wszystkich oznaczanych pierwiastków (tab. 5). Średnia zawartość niklu w ziarnie pszenicy ozimej ($0,425 \text{ mg Ni} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ św. m.}$) była niska jak na tego typu produkt (Gorlach 1991, Kabata-Pendias i in. 1993, Kucharzewski i Dębowski 1996, Lipiński 2001).

Zawartość cynku w ziarnie była bardzo wyrównana i nie zależała istotnie od rejonu uprawy pszenicy (tab. 1, rys. 3). Wystąpiła ujemna korelacja, udowodniona statystycznie, z ilością ilu koloidalnego, pH i niklu w glebie (tab. 2). Na wystąpienie podobnych zależności zwracali uwagę Lipiński (2001) oraz Mercik i in. (2004), natomiast Spiak i Wall (2000) nie stwierdzili wpływu odczynu gleby na koncentrację Zn w roślinach. Pozostałe obliczenia informują, że charakter zależności pomiędzy zawartością Zn w ziarnie a właściwościami gleby był jednak niewielki (tab. 3). Miedź w ziarnie będzie oddziaływać synergistycznie na zawartość cynku w tej części rośliny (tab. 4). Współdziałanie wszystkich oznaczanych metali w ziarnie z Zn kształtowało się na niewielkim poziomie (tab. 5). Średnia zawartość cynku w ziarnie pszenicy ozimej ($24,2 \text{ mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ św.m.}$) informuje, że mieściła się ona na niewielkim poziomie (Kabata-Pendias i in. 1993, Chłopecka 1994, Spiak i Wall 2000, Kulczycki i Grocholski 2004, Mercik i in. 2004).



□ średnia, average; \square \pm odch.std, \pm standard deviation; \perp min.– maks., min.– max.

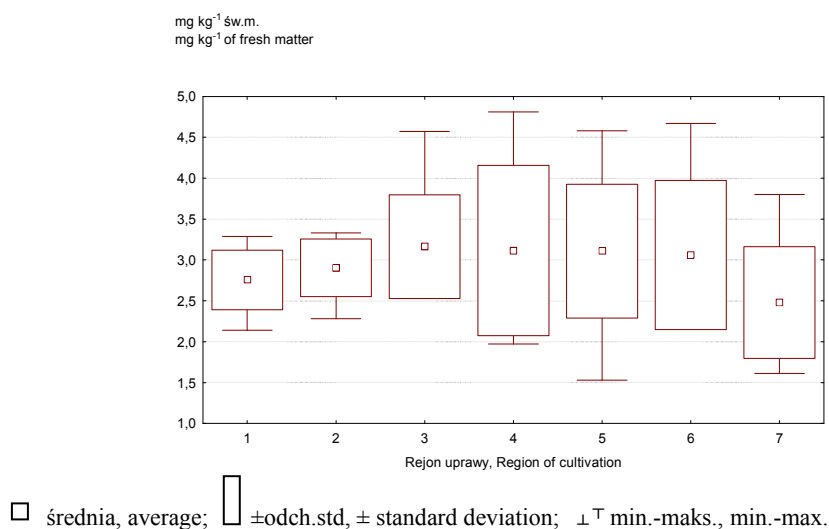
Rys. 3. Zawartość cynku w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od rejonu uprawy

Fig. 3. Contents of zinc in grain of winter wheat in dependence on region of cultivation

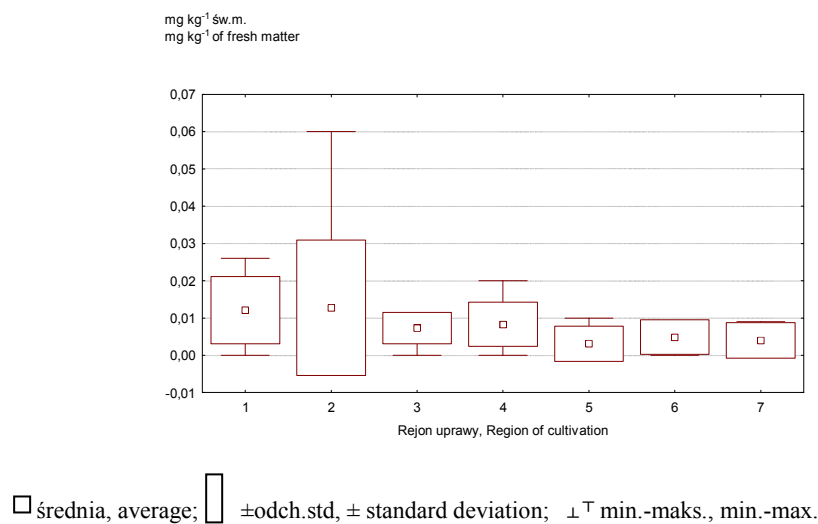
Rejon uprawy nie oddziaływał istotnie na zawartość miedzi w ziarnie (tab. 1, rys. 4). Uwagę tę potwierdzają wyliczone współczynniki korelacji (tab. 2), korelacji wielokrotnej i determinacji (tab. 3). Podobne stwierdzenia można znaleźć w opracowaniu Mercika i in. (2004). Natomiast w badaniach Lipińskiego (2001) zauważono dodatnią korelację zawartości tego pierwiastka w ziarnie pszenicy ozimej z ilością części spławialnych w glebie. W ziarnie jedynie cynk (korelacja dodatnia) i ołów (korelacja ujemna) oddziaływały istotnie na występowanie Cu w tej części (ziarnie) rośliny (tab. 4). Zależności te potwierdzają inne obliczenia (tab. 5), które jednak, podobnie, jak we wcześniejszych przypadkach, były niewielkie (tab. 5). Średnia zawartość miedzi w ziarnie pszenicy ($2,94 \text{ mg Cu kg}^{-1} \text{ św.m.}$) była niska, o czym również świadczą badania innych autorów (Gorlach 1991, Kabata-Pendias i in. 1993, Kucharzewski i Dębowski 1996, Lipiński 2001, Kulczycki i Grocholski 2004).

Zawartość arsenu w ziarnie nie była statystycznie, istotnie zależna od rejonu uprawy pszenicy ozimej (tab. 1, rys. 5). Współczynniki korelacji wskazują na dodatnie związki tego pierwiastka z ilością iłu koloidalnego i niklu w glebie (tab. 2). Charakter tych zależności rozpatrywany łącznie z innymi właściwościami gleby był jednak niewielki (tab. 3). Arsen w ziarnie wykazywał dodatnią korelację z rzęcią zlokalizowaną w tej części rośliny (tab. 4), a wszystkie analizowane pierwiastki w niewielki sposób oddziaływały na obecność As, jak wskazują wyliczone współczynniki korelacji wielokrotnej i determinacji (tab. 5). Średnia zawartość arsenu w ziarnie pszenicy ozimej ($0,007 \text{ mg As} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ św.m.}$) wskazuje, że była ona niewielka i nie przekraczała

dopuszczalnej granicy przewidzianej dla tej rośliny ($0,20 \text{ mg As}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m.) (Gorlach 1991, Nowak i Kucharzewski 2000, Rozp. MZ 2003).



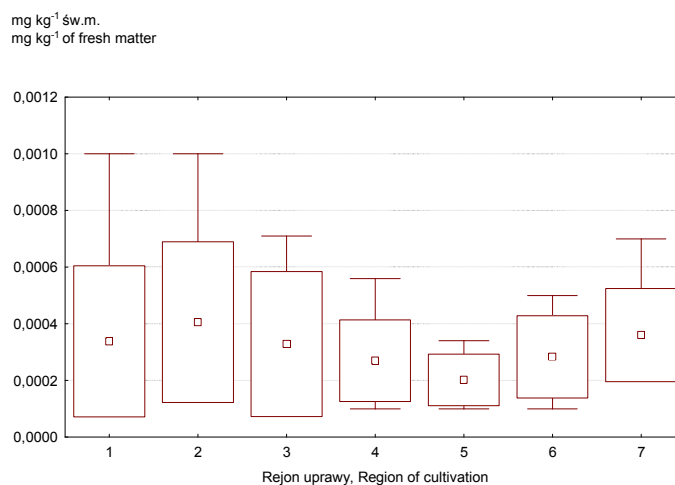
Rys. 4. Zawartość miedzi w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od rejonu uprawy
Fig. 4. Contents of copper in grain of winter wheat in dependence on region of cultivation



Rys. 5. Zawartość arsenu w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od rejonu uprawy
Fig. 5. Contents of arsenic in grain of winter wheat in dependence on region of cultivation

Rejon uprawy nie wpływał istotnie na zawartość rtęci w ziarnie pszenicy (tab. 1, rys. 6). Jednak zawartość tego pierwiastka wykazywała dodatnią korelację z niektórymi cechami gleby (tab. 2). Spostrzeżenie to zdają się potwierdzać inne obliczenia statystyczne (tab. 3). Zawartość rtęci w niewielkim stopniu była zależna od występowania w ziarnie innych pierwiastków (tab. 4 i 5). Średnia zawartość rtęci w ziarnie pszenicy ozimej ($0,0003 \text{ mg Hg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m.) była bardzo niska i w żadnej próbie nie przekroczyła granicy $0,02 \text{ mg Hg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m. (Rozp. MZ 2003).

Nie udowodniony statystycznie wpływ rejonu uprawy pszenicy ozimej na występowanie w ziarnie metali ciężkich mógł zostać spowodowany, m.in., odczynem gleby, który był przede wszystkim lekko kwaśny, a w jednym rejonie – obojętny, a więc nie sprzyjał ich pobieraniu przez rośliny; dobrym zaopatrzeniem w fosfor i potas przyswajalny, stosunkowo wysoką pojemnością sorpcyjną czy zawartością próchnicy. Powodem mogła też być bardzo niska zawartość oznaczanych metali w glebie, która mieściła się na poziomie naturalnym oraz analizowana część rośliny (ziarno), w której gromadzą się zazwyczaj mniejsze ilości tych pierwiastków niż w innych jej częściach.



□ średnia, average; \square ±odch.std, ± standard deviation; \perp min.-maks., min.-max.

Rys. 6. Zawartość rtęci w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od rejonu uprawy

Fig. 6. Contents of mercury in grain of winter wheat in dependence on region of cultivation

WNIOSKI

1. Zawartość metali ciężkich (ołowiu, kadmu, niklu, cynku, miedzi, arsenu, rtęci) w ziarnie pszenicy ozimej nie zależała istotnie od rejonu uprawy tej rośliny.
2. Zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej w niewielkim stopniu zależała od niektórych właściwości gleby (składu granulometrycznego, zawartości przyswajalnych form P, K, Mg czy pH_{KCl}). Wskazuje na to wartość współczynników determinacji, która mieściła się na niskim poziomie: 4,3-38,5%.
3. Występowanie poszczególnych metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej było zależne w niewielkim stopniu od zawartości w tej części (ziarnie) rośliny pozostałych, oznaczanych, pierwiastków. Wskazują na to obliczenia statystyczne, a szczególnie współczynniki determinacji, które mieściły się w przedziale 10,3-25,1%.
4. Średnie zawartości metali ciężkich w ziarnie pszenicy ozimej (0,106 mg Pb; 0,062 mg Cd; 0,425 mg Ni; 24,2 mg Zn; 2,94 mg Cu; 0,007 mg As; 0,0003 mg Hg·kg⁻¹ św. m.) wskazują, że były one stosunkowo niewielkie i nie przekroczyły ustalonych poziomów zanieczyszczeń, które mogą znajdować się w żywności.

PIŚMIENNICTWO

- Chłopecka A., 1994. Wpływ różnych związków kadmu, miedzi, ołowiu i cynku na formy tych metali w glebie oraz na ich zawartość w roślinach. Wyd. IUNG Puławy, 1-65.
- Gorlach E., 1991. Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach pastewnych jako miernik ich wartości. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 262, cz.I, 13-22.
- Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak T., Piotrowska M., Terelak H., Witek T., 1993. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Wyd. IUNG Puławy, 1-20.
- Katalog metod prowadzenia badań agrochemicznych w stacjach chemiczno-rolniczych. OSCH-R Lublin, 2007, 1-19.
- Kucharzewski A., Dębowski M., 1996. Ocena stopnia skażenia płodów rolnych Dolnego Śląska metalami ciężkimi i siarką. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 434, cz.II, 777-786.
- Kulczycki G., Grocholski J., 2004. Zawartość mikroelementów w ziarnie i słomie wybranych odmian pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 502, 215-221.
- Lipiński W., 2001. Oddziaływanie niektórych właściwości glebowych na zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy, żyta oraz bulwach ziemniaków. Rozp. Nauk. AR w Lublinie, 249, 1-78.
- Mercik S., Stępień W., Matysiak B., 2004. Mobilność i pobieranie miedzi i cynku przez rośliny w zależności od właściwości gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 502, 235-245.
- Nowak L., Kucharzewski A., 2000. Zawartość arsenu i selenu w produktach roślinnych pochodzących z województwa legnickiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 471, 1067-1074.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r.[Dz.U.37.326] w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności.
- Spiak Z., Wall Ł., 2000. Współzależność zawartości cynku w glebach i roślinach w warunkach polowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 471, 145-152.

Właśniewski S., 2000. Wpływ czynników środowiskowych na fitoprzyzwajalność metali ciężkich w warunkach gleb lessowych regionu podkarpackiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 471, 1197-1206.

HEAVY METALS CONTENTS AS A CRITERION FOR ASSESSMENT OF WINTER WHEAT GRAIN QUALITY

Wiesław Bednarek¹, Przemysław Tkaczyk², Sławomir Dresler¹

¹Department of Agricultural and Environmental Chemistry, University of Life Sciences in Lublin
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: wieslaw.bednarek@up.lublin.pl

²Regional Agrochemical Station in Lublin, ul. Sławinkowska 5, 20-810 Lublin

Abstract. In the winter wheat cultivation areas in the Lublin region, samples of grain and soil were collected for analysis. The study was aimed at assessment of winter wheat grain quality based on the contents of heavy metals (lead, cadmium, nickel, zinc, copper, arsenic and mercury) and finding the correlation between these heavy metals and some properties of soil and plant. Heavy metals contents was not significantly dependent on the soil on which the plant was grown. Dependence of the contents of these metals in grain on some soil properties was slight and often of a random character. This is indicated by statistical calculations that show that determination coefficients were within the range of 4.3-38.5%. Occurrence of particular heavy metals in wheat grain was dependent to a slight degree on the contents of other analysed elements in that part of the plant. This is indicated by performed statistical calculations and, in particular, by the determination coefficients that were within the range of 10.3-25.1%. Average contents of heavy metals in winter wheat grain (0.106 mg Pb, 0.062 mg Cd, 0.425 mg Ni, 24.2 mg Zn, 2.94 mg Cu, 0.007 mg As, 0.0003 mg Hg kg⁻¹ of fresh matter) indicate that their level was low and did not exceed upper threshold of contamination typical of products of this type.

Keywords: winter wheat, heavy metals, grain, quality