

Mgr inż. Małgorzata SMUGA

Mgr inż. Agnieszka PLAWGO

Katedra Biochemii i Biotechnologii, Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

## ZAWARTOŚĆ KADMU, OŁOWIU I RTĘCI W ZIARNACH PSZENICY I ŻYTA UPRAWIANYCH METODĄ EKOLOGICZNĄ I KONWENCJONALNĄ®

*Celem zaprezentowanych wyników badań było określenie zawartości kadmu, ołowiu i rtęci w glebie i zbożach pochodzących z upraw ekologicznej i konwencjonalnej. Badaniom poddano próbki pszenicy i żyta z dwóch gospodarstw stosujących różne metody uprawy i znajdujących się w tym samym regionie. W oparciu o wyniki przeprowadzonych badań eksperymentalnych stwierdzono brak wpływu rodzaju uprawy na zawartość metali ciężkich w badanym materiale roślinnym. Wykazano mniejszą zawartość metali ciężkich w próbkach gleb pochodzących z gospodarstwa ekologicznego. Zawartość badanych metali ciężkich w zbożach była zależna od ich zawartości w glebie.*

### WSTĘP

Wśród składników odżywczych dostarczanych do organizmu ludzkiego z żywnością wyróżnić można substancje niezbędne oraz szkodliwe dla zdrowia człowieka, takie jak metale ciężkie i ich związki. Niektóre metale są niezbędne do prawidłowego przebiegu procesów życiowych, jednakże różnica między dawką korzystną, a szkodliwą jest tak niewielka, że łatwo może dojść do zagrożenia toksykologicznego. Kadm, ołów i rtęć należą do pierwiastków, których mała ilość działa szkodliwie, choć w pewnych granicach może być tolerowana przez organizm człowieka. Metale ciężkie kumulują się w organizmie, a po osiągnięciu pewnego stężenia wywołują objawy chorobowe, które bardzo często mogą być przypisywane innym przyczynom [15].

Metale ciężkie w glebie nie ulegają dyspersji i zalegają w danym miejscu przez długi czas. Wiązanie większości metali w glebie zwiększa się wraz ze wzrostem zawartości gliny i substancji bielicowych, stąd ich wyższe stężenie w glebach gliniastych i bielicowych niż piaszczystych. Zmiana składu chemicznego gleb prowadzi do zmniejszenia plonów, wpływa na vegetację roślin, pogarsza ich jakość, pośrednio zagraża zdrowiu ludzi i zwierząt. Główne źródła zanieczyszczenia gleb to: przemysł, rolnictwo, transport i gospodarstwa domowe [12].

Znaczenie rolnictwa jako sfery czystej technologii produkcji żywności rośnie wtedy, gdy nie będzie ono degradować środowiska czy potęgować niebezpiecznych skutków zanieczyszczeń [13]. Rolnictwo konwencjonalne jest ciągle charakterystyczne dla współczesnej strategii produkcji żywności, w której realizuje się model układu roślina – środowisko – człowiek. Model ten zakłada, że rolnik dostarcza uprawom niezbędnych substancji mineralnych, zwiększających szybko masę pożądanych tkanek danej rośliny [13]. Aby chronić uprawę przed niekorzystnymi czynnikami środowiska lub szkodnikami stosuje się chemiczne środki ochrony roślin. Taka produkcja powoduje zwiększenie plonów, ale wpływa na kumulację substancji niepożądanych z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności [7].

Rolnictwo ekologiczne jest systemem gospodarowania o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej w obrębie

gospodarstwa. Opiera się na środkach naturalnych (biologicznych i mineralnych) nie przetworzonych technologicznie. W rolnictwie ekologicznym dąży się do uzyskania wysokiego plonu z hektara, pod warunkiem otrzymania plodów rolnych o wysokiej wartości odżywczej, z utrzymaniem wysokiej żyzności gleby i niedopuszczeniem do degradacji środowiska [14].

**Celem artykułu jest prezentacja uzyskanych wyników badań dotyczących zawartości kadmu, rtęci i ołowiu w ziarnach żyta i pszenicy pochodzących z gospodarstw ekologicznego i konwencjonalnego. Oszacowano skutki mogące stwarzać zagrożenie dla zdrowia konsumentów.**

### MATERIAŁY I METODY

Materiałem do badań były ziarna żyta i pszenicy z gospodarstw ekologicznego i konwencjonalnego oraz próbki gleb spod tych upraw. Próbkę zostały pobrane po zbiorach roślin, przed nawożeniem, w dniach 17.09.2008 i 30.09.2008. Wybór gospodarstw zlokalizowanych niedaleko od siebie zapewnił porównywalne warunki klimatyczne oraz środowiskowe (podobne klasy ziemi oraz odległości od aglomeracji miejskich). Zboża charakteryzowały się dobrą jakością handlową.

Gospodarstwo stosujące ekologiczne metody uprawy, znajduje się w województwie zachodniopomorskim i leży ok. 90 m n.p.m. Uprawy zbóż ekologicznych są położone nieco dalej od dróg, niż uprawy konwencjonalne. Działka o powierzchni 3,30 ha, na której rośnie żyto znajduje się w odległości ok. 250 m od drogi gminnej oraz 600 m od wsi, natomiast działka z uprawą pszenicy o powierzchni 3,93 ha położona była 395 m od drogi gminnej oraz 1150 m od wsi. Rolnictwo ekologiczne posiada certyfikat Agro Bio Testu Sp. z o. o. od 6 lat.

Gospodarstwo stosujące konwencjonalne metody uprawy znajduje się również w województwie zachodniopomorskim, ok. 80 m n.p.m.. Pola uprawne, na których uprawiano: żyto (pow. 5,10 ha) i pszenicę (pow. 3,30 ha), były położone przy drodze gminnej.

Próbki gleb zarówno z pod upraw konwencjonalnych jak i ekologicznych pobrano według normy PN-R-04031:1997 [9].

Sporządzono szkic sytuacyjny pól gospodarstw przeznaczonych do badań na podstawie mapki geodezyjnej. Powierzchnia użytku przypadająca na próbkę ogólną nie przekroczyła 4 ha. Próbkę ogólną pobrano oddzielnie dla każdej uprawy i z nich pobrano próbki uśrednione o masie około 1 kg. Próbkę glebową pobrano z profilu glebowego z warstwy ornej, z kilkunastu miejsc pola, tak aby próbka była reprezentatywna. Głębokość pobrania próbek wynosiła 0-20 cm. Próbkę glebową pobrano za pomocą poliwęglanowej łopatkę ogrodniczej, a następnie całą zawartość umieszczono w workach plastikowych z zamknięciem strunowym. Podczas ich pobierania pominięte zostały obrzeża pola, kretowiska, zagłębienia, ostre wzniesienia oraz bruzdy.

Gleba pobrana z pod każdej uprawy została wysuszona w temperaturze pokojowej i przesiana przez sito o średnicy oczek 1 mm w celu usunięcia większych zanieczyszczeń. Przygotowane próbki laboratoryjne o masie po 100 g zostały poddane dalszej analizie.

Próbki poszczególnych odmian zbóż zostały pobrane zgodnie z normą PN-ISO 13690/2000 [10], według której z partii statycznej przechowywanej w magazynach płaskich pobrano 5 próbek pierwotnych, z których przygotowano próbkę ogólną. Po ujednoczeniu próbki ogólnej wydzielono próbkę laboratoryjną wielkości ok. 4 kg. Ziarno zapakowano w worki plastikowe z zamknięciem strunowym. Ziarna pozostawione zostały w celu dosuszenia w temperaturze pokojowej na okres tygodnia, a następnie zmielone. Próbkę laboratoryjną stanowił śrut o masie 100 g.

Próbki spalono metodą Adriana [1], według której pobrano pięciogramową naważkę materiału roślinnego i jednogramową naważkę gleby. Próbkę, odważoną z dokładnością do 0,001 g, umieszczono w kolbkach stożkowych z korkiem na szlif, a następnie dodano 5 cm<sup>3</sup> mieszaniny kwasów (HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub> – 3,5+1,5 cm<sup>3</sup>) i pozostawiono na 24 h w temperaturze pokojowej. Następnie wstawiono próbki na dalsze 24 h do cieplarki w temperaturze 70°C. Po zakończeniu tego etapu dodano 2-3 cm<sup>3</sup> wody demineralizowanej, splukując korek, po czym próbki ogrzewano na płycie łaźni wodnej o temperaturze ok. 98°C przez 2 h. W tym czasie temperatura próbki osiągała 70-80°C. Po ostudzeniu, próbki zostały przesączone do kolbek miarowych o pojemności 100 cm<sup>3</sup>. Sączki kilkakrotnie przepłukano wodą demineralizowaną, a objętość uzupełniono do 100 cm<sup>3</sup>. Zawartość rtęci oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z zastosowaniem techniki zimnych par (CV AAS) w aparacie Bacharach Coleman Model 50 po

redukcji jonów rtęci 5 cm<sup>3</sup> 10% roztworu SnCl<sub>2</sub> przy długości fali 253,7 nm.

Zawartość kadmu i ołowiu oznaczono metodą emisyjnej spektrometrii atomowej w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-AES) w aparacie Jobin Yvon JY 24. Oznaczenie wykonano w dwóch równoległych powtórzeniach.

Otrzymane wyniki zawartości metali ciężkich w próbkach roślin i gleby z gospodarstw ekologicznego i konwencjonalnego poddano podstawowej analizie w programie Microsoft Excel 2003. Obliczono także współczynnik biokumulacji, na podstawie stosunku średnich zawartości metali ciężkich w roślinie i średnich zawartości tych pierwiastków w glebie, w celu stwierdzenia czy stężenie pierwiastków w roślinach zależy od ich stężenia w glebie.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki badań wykazały, że zawartość ołowiu i kadmu w próbkach pszenicy pobranych z uprawy ekologicznej była wyraźnie niższa, natomiast zawartość rtęci była nieco wyższa, niż w próbkach pszenicy z uprawy konwencjonalnej (tab. 1).

Podobne wyniki otrzymała Rembiałkowska [11], która stwierdziła, że średnie zawartości kadmu i ołowiu w surowcach ekologicznych i konwencjonalnych są zbliżone. W niektórych latach badań stwierdzano jednakże istotnie więcej kadmu w konwencjonalnych uprawach zbóż, natomiast w innych latach - istotnie więcej tego metalu w surowcach ekologicznych.

Poddana badaniom próbka żyta z uprawy ekologicznej zawiera mniejszą ilość ołowiu i rtęci, ale jest bogatsza w kadm od próbki żyta z uprawy konwencjonalnej (tab. 1). Łatwe przyswajanie kadmu przez rośliny jest ryzykiem bezpośredniego włączenia nadmiernych jego ilości do diety człowieka. Poziom tego metalu w ziarnie zbóż jest szczególnym przedmiotem badań, ze względu na duży udział produktów zbożowych w codziennych racjach pokarmowych człowieka [2].

Średnia zawartość ołowiu w materiale roślinnym pochodzącym z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej przekraczała dopuszczalne ilości tego metalu podane w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [4]. Średnia zawartość kadmu i rtęci w zbożach pozostawała na niskim poziomie i mieściła się w normach określonych przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia [4]. Udział ołowiu pochodzenia atmosferycznego w roślinach wynosi 73-95% całkowitej zawartości, nie tylko w roślinach liściastych, ale także w ziarnach zbóż. Na pobieranie i aktywność

**Tabela 1.** Średnia zawartość metali ciężkich w próbkach zbóż i gleby oraz współczynnik biokumulacji

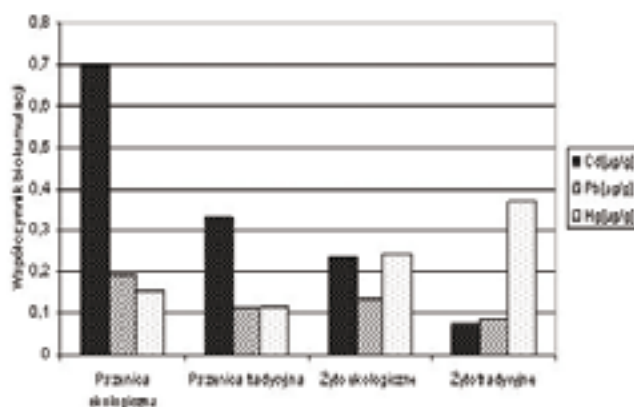
**Table 1.** The average heavy metals content in cereals and soil samples and biocumulation coefficient

Lp.	Materiał	Cd [µg/g]		Wb*	Pb [µg/g]		Wb*	Hg [µg/g]		Wb*
		roślina	gleba		roślina	gleba		roślina	gleba	
1	Pszenica ekologiczna	0,058	0,083	0,697	0,833	4,385	0,190	0,008	0,055	0,152
2	Pszenica tradycyjna	0,066	0,200	0,329	1,316	11,807	0,111	0,006	0,049	0,113
3	Żyto ekologiczne	0,030	0,129	0,236	1,186	8,714	0,136	0,009	0,039	0,244
4	Żyto tradycyjne	0,010	0,139	0,070	1,295	15,488	0,084	0,012	0,033	0,370

\*Wb- współczynnik biokumulacji

ołowiu w roślinach antagonistycznych wpływ mają wapń, siarka i fosfor. Wymienione pierwiastki powodują wytrącanie się ołowiu w formach słabo rozpuszczalnych zarówno w korzeniach jak i w tkankach roślin [8].

Zawartość metali ciężkich w analizowanych próbkach gleb nie przekraczała dopuszczalnych zawartości tych pierwiastków podanych w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi [5] w przypadku gleb ekologicznych i rozporządzeniu Ministra Środowiska [3], w przypadku gleb rolnictwa konwencjonalnego (tab. 1). Wykazano mniejszą zawartość kadmu i ołowiu a większą zawartość rtęci w próbkach gleb spod upraw roślin ekologicznych.



Rys. 1. Współczynnik biokumulacji rtęci, kadmu i ołowiu dla badanych próbek zbóż.

Figure 1. Biocumulation coefficient of cadmium, lead and mercury for investigated cereals samples.

Badania wykazały, że współczynnik biokumulacji wybranych metali jest zależny od rodzaju uprawy. Większą biodepletację kadmu i ołowiu stwierdzono w zbożach uprawianych metodami ekologicznymi. Duży współczynnik biokumulacji w zbożach uprawianych metodami konwencjonalnymi i ekologicznymi może wskazywać na łatwe przemieszczanie metali ciężkich z gleby do części jadalnych roślin (rys. 1). Największą wartość współczynnika biokumulacji odnotowano w przypadku żyta ekologicznego, czego powodem może być zdolność ziaren żyta do kumulacji rtęci nie tylko z gleby, ale również z powietrza.

## PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych analiz nie stwierdzono różnic w zawartości metali ciężkich w zależności od rodzaju uprawy. Średnia zawartość metali ciężkich w częściach jadalnych roślin wskazuje, że jedynie w przypadku ołowiu została przekroczona dopuszczalna granica przewidziana dla poszczególnych surowców. Zboża uprawiane metodami ekologicznymi wykazały większą zdolność do biokumulacji metali ciężkich z gleby. Zawartość badanych metali ciężkich w produktach była zależna od zawartości tych pierwiastków w glebie.

Gleba z gospodarstwa ekologicznego charakteryzowała się mniejszą zawartością badanych metali ciężkich. Stopień kumulacji metali jest zależny od części rośliny. W przypadku zbóż największą koncentrację pierwiastków obserwuje się w korzeniach i łodydze rośliny, najmniejszą zaś w ziarnach (15). Z badań wynika, że metody produkcji nie miały wpływu na zawartość metali ciężkich w glebie i w zbożach.

## LITERATURA

- [1] ADRIAN W. 1971. *A new digestion method for biological material utilizing pressure*. At. Absorpt. Newsl. 10(4): 96.
- [2] BORDELEAU G., MYERS-SMITH J., MIDAK M., SZEREMETA A. 2002. *Ford Quality: A comparison of organic and conventional fruits and vegetables*. Ecological Agriculture Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole: 33-34.
- [3] DZIENNIK USTAW. 2002. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi* (Dz. U. Nr 165, poz. 1359).
- [4] DZIENNIK USTAW. 2003. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. 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* (Dz. U. 2003 Nr 37, poz. 326).
- [5] DZIENNIK USTAW. USTAWA z DNIA 20 kwietnia 2004 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. 2004, Nr 93, poz. 898).
- [6] GRUCA-KRÓLIKOWSKA S., WACŁAWEK W. 2006. *Metale w Środowisku, cz. II Wpływ metali ciężkich na rośliny*. Chemia, Metrologia, Dydaktyka, Ekologia, Opole, 11(1-2): 45-47.
- [7] ILNICKI P. 2004. *Polskie rolnictwo, a ochrona środowiska*. Wyd. Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań, 201-210, 402-412.
- [8] KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydanie naukowe PWN, Warszawa: 79-87, 99-101.
- [9] POLSKA NORMA PN-R-04031:1997. *Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Pobieranie próbek (28.11.1997)*.
- [10] POLSKA NORMA PN-ISO 13690. *Ziarno zbóż, roślin strączkowych i przetwory zbożowe. Pobieranie próbek z partii statycznych (29.12.2000)*.
- [11] REMBIAŁKOWSKA E. 2002. *Jakość żywności pochodzącej z gospodarstw organicznych. Jednodniowe warsztaty zorganizowane w ramach projektu Accompanying Measure do projektu Flair-Flow Europe IV, Kraków: 18*.
- [12] SEMCZUK W. 2002. *Toksykologia*. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa, 701-707, 804-807.
- [13] SOBCZYK W. 2000. *Substancje obce w żywności. Żywność bezpieczna*. Wyd. Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków, (18): 90-91.
- [14] TYBURSKI J., ŻAKOWSKA-BIEMAS S. 2007. *Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego*. Wyd. SGGW, Warszawa, 221-243.
- [15] ŻUKOWSKI P. 1994. *Zdrowa żywność a degradacja środowiska*. Wyd. FOSZE Rzeszów, 163-167.

**CADMIUM, LEAD AND MERCURY  
CONTENT IN WHEAT AND RYE GRAINS  
CULTIVATED ECOLOGICAL  
AND ORGANIC METHOD**

*SUMMARY*

*Determination of the cadmium, lead and mercury content in soil and cereals from ecological and organic cultivation was the aim of the work. The investigations were carried out on wheat and rye samples from two farms in the same region.*

*Cadmium and lead content was determined by atomic absorption spectrometry in Jobin Yvon JY24 apparatus. Whereas mercury content was defined using Adrian method. According to the obtained results it was found that there is no influence of cultivation type on heavy metals content in examined plant material. In the investigations the lower heavy metals content in soil samples from ecological cultivation was observed. The content of heavy metals in cereals was dependent on its content in soil.*