

KINGA MRUCZYK\*, JAN JESZKA

Katedra Higieny Żywienia Człowieka  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI OCHRATOKSYNY A (OTA) I ZEARELENONU (ZEA) W PRODUKTACH ZBOŻOWYCH Z UPRAW EKOLOGICZNYCH I KONWENCJONALNYCH

COMPARISON OF THE CONTENTS OF OCHRATOXIN A (OTA)  
AND ZEARELENONE (ZEA) IN CEREAL PRODUCTS  
FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CULTIVATION

**Streszczenie.** Toksyny produkowane przez grzyby rodzajów: *Fusarium*, *Aspergillus* i *Penicillium* są uważane za szczególnie niebezpieczne zarówno w uprawie ekologicznej, jak i tradycyjnej. Grzyby te wytwarzają substancje toksyczne w warunkach stresu środowiskowego, kiedy następują zmiany temperatury, wilgotności oraz dostępności tlenu. Zdecydowana większość produktów ekologicznych na rynku to produkty zbożowe, które są jednym z głównych źródeł mikotoksyn w diecie człowieka, jak i zwierząt. Celem pracy było porównanie zawartości ochratoksyny A (OTA) i zearalenonu (ZEA) w produktach zbożowych pochodzących z upraw ekologicznych i konwencjonalnych znajdujących się w obrocie handlowym na terenie województwa lubuskiego. Badaniami objęto próbki produktów zbożowych, takich jak kasze, płatki, makarony, pod kątem obecności w nich ochratoksyny A (OTA) oraz zearalenonu (ZEA). W badanych próbkach produkty pochodzące z upraw ekologicznych wykazywały większe skażenie ochratoksyną A (OTA) niż produkty pochodzące z upraw konwencjonalnych, natomiast mniejsze w przypadku skażenia zearalenonem (ZEA). Badanie zawartości ochratoksyny A (OTA) potwierdziło jej obecność w 63,13% próbek produktów zbożowych z upraw ekologicznych i w 47,37% próbek produktów z upraw konwencjonalnych. W dwóch przypadkach odnotowano przekroczenie najwyższego

---

\* Autorka jest stypendystką w ramach Poddziałania 8.2.2 „Regionalne Strategie Innowacji”, Działania 8.2 „Transfer Wiedzy”, Priorytetu VIII „Regionalne Kadry Gospodarki” Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej i z budżetu państwa.



dopuszczalnego poziomu ochratoksyny A. Badania wykazały obecność zearalenonu (ZEA) w 5,29% próbek produktów zbożowych pochodzących z upraw ekologicznych i 15,79% próbek z upraw konwencjonalnych.

**Słowa kluczowe:** mikotoksyny, ochratoksyna A (OTA), zearalenon (ZEA), produkty zbożowe

## Wstęp

Od kilkudziesięciu lat obserwuje się wyraźny wzrost zainteresowania rolnictwem ekologicznym i żywnością produkowaną metodami ekologicznymi. Produkcja żywności ekologicznej w Polsce stale się rozwija i widać wyraźny wzrost liczby gospodarstw oraz powierzchni upraw ekologicznych. Zdecydowana większość produktów ekologicznych na rynku to produkty zbożowe, które są jednym z głównych źródeł mikotoksyn zarówno w diecie człowieka, jak i zwierząt.

Mikotoksyny są toksycznymi substancjami wytwarzanymi przez pewne gatunki metabolitów grzybów, takich jak: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* (BINDER i IN. 2007). Wytwarzają substancje toksyczne w warunkach stresu środowiskowego, kiedy następują zmiany temperatury, wilgotności lub dostępności tlenu (PŁAWIŃSKA-CZARNAK i ZARZYŃSKA 2010). Większość z nich jest wyjątkowo stabilna w środowisku naturalnym, przy czym proste zabiegi fizyczne nie powodują ich degradacji (GRAJEWSKI 2006).

Zearalenon (ZEA) jest mikotoksyną produkowaną przez grzyby *Fusarium* natomiast ochratoksyna A (OTA) jest produkowana przez grzyby rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*. Związki te są naturalnymi substancjami skażającymi przede wszystkim zboża i produkty zbożowe. Ich obecność została potwierdzona w wielu środkach spożywczych, w tym w mące, makaronach, kaszach, chlebie (Food Standards Agency 2005, SCHOLLENBERGER i IN. 2005 a, 2005 b). W 1993 roku Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) dodała do rejestru ochratoksynę A (OTA) jako substancję możliwie rakotwórczą dla człowieka, a zearalenon (ZEA) – jako substancję nieklasyfikowaną jako rakotwórcza dla człowieka (OCHRATOKSIN A 1993, TOXINS... 1993).

Obecność ochratoksyny A (OTA) została szeroko udokumentowana w skali globalnej w zbożach, produktach zbożowych, orzechach, przyprawach, winogronach, piwie i winie. Za produkcję ochratoksyny A (OTA) w chłodniejszych strefach klimatycznych są odpowiedzialne głównie gatunki *Penicillium*, przede wszystkim *Penicillium viridicatum*, natomiast w strefach cieplejszych w 50% przypadków odpowiedzialny za to jest *Aspergillus ochraceus*. Często ochratoksyna A występuje w zbożu i mieszankach paszowych (BALAS 2006). Tworzenie się ochratoksyny A (OTA) następuje głównie podczas niewłaściwego przechowywania zbóż i produktów zbożowych. Ochratoksyna A (OTA) została uznana za prawdopodobną przyczynę endemicznej nefropatii bałkańskiej (ARSENOVIC i IN. 2005). Na terenach dotkniętych tą chorobą ochratoksyna A (OTA) dość często występuje we krwi populacji ludzkiej (FUCHS i PERAICA 2005, GAUTIER i IN. 2001). Sugeruje się, iż ochratoksyna A może być rakotwórcza i może być przyczyną nowotworów pęcherza moczowego (CASTEGNARO 1990).

Zearalenon jest trzecią mikotoksyną spośród najczęściej stwierdzanych w tkankach zwierząt i roślin (WAŚKIEWICZ i IN. 2008, GOLIŃSKI i IN. 2009). Największe ilości zea-

ralenonu (ZEA) są syntetyzowane przy wilgotności około 16% i w temperaturze poniżej 25°C (GOLIŃSKI i IN. 2010). Stwierdzono jego działanie estrogenne i anaboliczne u wielu gatunków zwierząt. U ludzi wpływa na system hormonalny (SWEENEY i DOBSON 1998).

Zanieczyszczenie ziarna przez mikotoksyny stanowi poważny problem zarówno w konwencjonalnych, jak i ekologicznych systemach produkcji zbóż. Zboża uprawiane w systemie produkcji ekologicznej nie są chronione za pomocą fungicydów, zatem sądzi się, że te rośliny są bardziej narażone na zanieczyszczenia przez mikotoksyny niż w systemie produkcji konwencjonalnej.

Celem pracy było porównanie występowania ochratoksyny A (OTA) oraz zearalenonu (ZEA) w produktach zbożowych pochodzących z upraw w systemie produkcji ekologicznej i konwencjonalnej.

## Material i metody

Materiał do badań stanowiło 38 próbek produktów zbożowych pobranych w punktach handlowych województwa lubuskiego. Analizie na obecność ochratoksyny A (OTA) i zearalenonu (ZEA) poddano produkty zbożowe (kasze, płatki, makarony) pochodzące z upraw ekologicznych i konwencjonalnych.

Przygotowania próbek do oznaczania zawartości ochratoksyny A (OTA) dokonywano zgodnie z aplikacją firmy R-Biopharm Rhône, a oznaczenie wykonano zgodnie z normą PN-EN 14132 z 2010 roku. Do pojemnika homogenizatora odważano 25 g rozdrobnionej próbki i 100 ml acetonitrylu a następnie homogenizowano przez 3 min. Otrzymany ekstrakt przesączano przez bibułę filtracyjną. Następnie pobierano 4 ml przesączu i mieszano z 44 ml roztworu w soli fizjologicznej (PBS). Rozcieńczony ekstrakt przepuszczano przez złożę kolumnki powinowactwa immunologicznego Ochraprep®. Oczyszczanie i zatężanie na kolumnkach wykonywano zgodnie z aplikacjami firmy R-Biopharm Rhône. Następnie pobierano 100 µl próbki i nastrzykiwano na kolumnę chromatograficzną typu RP C18 250 × 4,6 mm.

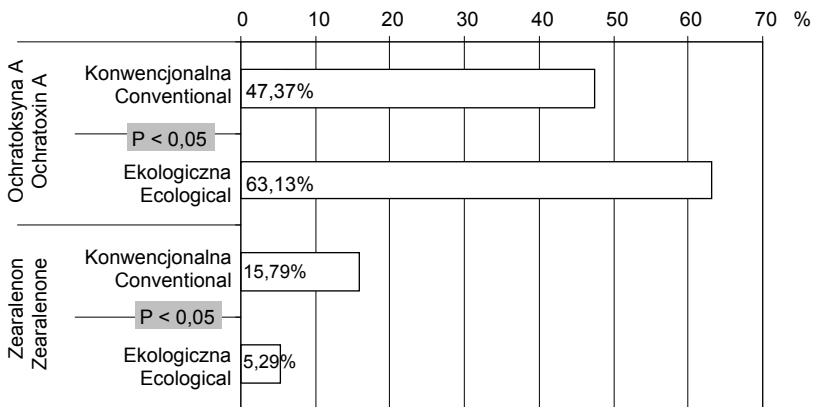
Zawartość zearalenonu (ZEA) oznaczono według procedury badawczej opracowanej na podstawie wydawnictwa metodycznego Państwowego Zakładu Higieny „Oznaczanie toksyn *Fusarium* – zearalenonu (ZEA) w zbożach i jego przetworach metodą wysokosprawną chromatografią cieczową z oczyszczaniem za pomocą kolumn powinowactwa immunologicznego” (OZNACZANIE... 2005). Do 25 g zmielonego produktu dodano 125 cm<sup>3</sup> roztworu ekstrakcyjnego (mieszaniny acetonitrylu z wodą), a następnie wytrząsano przez 2 min. Ekstrakt został przesączony przez bibułę filtracyjną. Następnie pobrano 20 cm<sup>3</sup> przesączu i mieszano go z 80 cm<sup>3</sup> roztworu soli fizjologicznej (PBS), po czym ustalano pH 7,4 stosując HCl (0,1 mol/l). 25 cm<sup>3</sup> roztworu o ustalonym pH przepuszczano przez złożę kolumnki EASIXTRAT Zearalenon®. Oczyszczanie i zatężanie na kolumnkach wykonywano zgodnie z aplikacjami firmy R-Biopharm Rhône. Następnie pobierano 100 µl próbki i nastrzykiwano na kolumnę chromatograficzną typu RP C18 250 × 4,6 mm.

Oznaczenie jakościowe próbek polegało na porównaniu czasu retencji wzorca i badanej próbki. Oznaczenie ilościowe polegało na odczycie zawartości badanej mikotoksyny w badanej próbce z krzywej wzorcowej i odpowiednim przeliczeniu.

Do oceny różnic średnich wartości stężenia badanych mikotoksyn wykorzystano test Manna-Whitneya, a do oceny istotności różnic pomiędzy produktami pochodzącymi z upraw ekologicznych i tradycyjnych wykorzystano test chi-kwadrat Pearsona.

## Wyniki i dyskusja

W sumie analizie na obecność ochratoksyny A (OTA) oraz zearalenonu (ZEA) poddano 38 próbek produktów zbożowych, z których 19 pochodziło z upraw ekologicznych i tyle samo z upraw konwencjonalnych. Ochratoksynę A (OTA) wykryto w 12 próbkach produktów (63,13%) pochodzących z upraw ekologicznych i w 9 próbkach produktów (47,37%) pochodzących z upraw konwencjonalnych. Zearalenon wykryto w 1 próbce pochodzącej z uprawy ekologicznej oraz w 3 próbkach z uprawy konwencjonalnej, co stanowiło odpowiednio 5,29 i 15,79%. Rysunek 1 określa procent próbek pochodzących z upraw ekologicznych i konwencjonalnych skażonych ochratoksyną A i zearalenonem.



Rys. 1. Próbkki skażone mikotoksynami pochodzące z upraw ekologicznych i konwencjonalnych

Fig. 1. Samples contaminated with mycotoxins from organic and conventional cultivations

Zakres stężeń ochratoksyny A (OTA) w analizowanych próbkach produktów z upraw ekologicznych i konwencjonalnych wyniósł odpowiednio 0,28-32,00  $\mu\text{g}/\text{kg}$  i 0,20-4,30  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , a średni poziom stężenia tej substancji w produktach wyniósł odpowiednio 3,22  $\mu\text{g}/\text{kg}$  i 1,03  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Znacznie mniej ochratoksyny OTA w zbożach i przetworach zbożowych (średnio 0,044  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) stwierdzili CHUNG i IN. (2009), przy czym maksymalnie było jej 0,25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Podwyższony poziom ochratoksyny A (OTA), przekraczający wartości dopuszczalne, odnotowano w próbce kaszy manny pochodzącej z upraw ekologicznych: 32  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (ponad dziesięciokrotne przekroczenie normy) oraz w próbce kaszy jęczmiennej pochodzącej z upraw konwencjonalnych: 4,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , co stanowi 5,29% wszystkich zbadanych próbek.

Badanie zawartości zearalenonu (ZEA) potwierdziło jego nieznaczną obecność w produktach zbożowych. Średnie stężenie badanej mikotoksyny w produktach z upraw ekologicznych wynosiło 13 µg/kg (zanieczyszczona 1 próbka), a w produktach z upraw konwencjonalnych – 15,30 µg/kg, przy zakresie zawartości od 12,50 do 17,00 µg/kg. Dopuszczalny poziom stężenia zearalenonu nie został przekroczony w żadnej próbce. GHALI i IN. (2008) wykazali średnią zawartość zearalenonu w pszenicy i jęczmieniu oraz w produktach z tych zbóż wynoszącą odpowiednio 2,82 i 15 µg/kg. Informacje z literatury potwierdzają obecność zearalenonu (ZEA) w zbożach i jego produktach (MAJERUS 2006, POKRZYWA i IN. 2008).

Należy zaznaczyć, iż w celu zminimalizowania skażenia produktów zbożowych mikotoksynami ustanowiono ich najwyższe dopuszczalne poziomy (NDP) – dla ochratoksyny A (OTA) 3 µg/kg oraz dla zearalenonu (ZEA) 75 µg/kg (ROZPORZĄDZENIE... 2006). Tabela 1 przedstawia zawartość poszczególnych mikotoksyn w badanych próbkach produktów.

Tabela 1. Zawartość mikotoksyn w produktach zbożowych (µg/kg)  
Table 1. Content of mycotoxins in cereal products (µg/kg)

| Mikotoksyna<br>Mycotoxin       | Uprawa<br>Cultivation          | Zawartość<br>Content |                      |                       |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
|                                |                                | $\bar{x}$            | minimalna<br>minimum | maksymalna<br>maximum |
| Ochratoksyna A<br>Ochratoxin A | Ekologiczna<br>Ecological      | 3,22                 | 0,28                 | 32,00                 |
|                                | Konwencjonalna<br>Conventional | 1,03                 | 0,20                 | 4,30                  |
| Zearalenon<br>Zearalenone      | Ekologiczna<br>Ecological      | 13,00                | 13,00                | 13,00                 |
|                                | Konwencjonalna<br>Conventional | 15,30                | 12,50                | 17,00                 |

Istnieje pogląd, iż zboża lub ich produkty pochodzące z upraw ekologicznych zawierają mniej mikotoksyn w porównaniu z uprawami konwencjonalnymi (SCHOLLENBERGER i IN. 2005 a, 2005 b). Z drugiej strony informacje z literatury wskazują, że ziarno zbóż oraz produkty zbożowe pochodzące z produkcji konwencjonalnej zawierają około 50% mniej mikotoksyn niż z produkcji ekologicznej (BENBROOK 2005). W badaniach własnych odnotowano większą zawartość ochratoksyny A oraz mniejszą zearalenonu w produktach z upraw konwencjonalnych.

## Wnioski

1. W badanych próbkach produktów zbożowych stwierdzono większą zawartość ochratoksyny A, a mniejszą zearalenonu w produktach z upraw konwencjonalnych w porównaniu z uprawami ekologicznymi.

2. W dwóch przypadkach odnotowano przekroczenie najwyższego dopuszczalnego poziomu ochratoksyny A.

3. W związku z powyższym istnieje potrzeba kontynuowania kontroli występowania mikotoksyn w żywności.

4. W świetle przeprowadzonych badań można przypuszczać, iż produkty żywnościowe dostępne w punktach handlowych na terenie województwa lubuskiego w większości spełniają obowiązujące wymagania dotyczące zanieczyszczeń żywności mikotoksynami.

## Literatura

- ARSENOVIĆ A., BUKVIĆ D., TRBOJEVIĆ S., MARIĆ I., DJUKANOVIĆ L., 2005. Detection of renal dysfunction in family members of patients with Balkan endemic nephropathy. *Am. J. Nephrol.* 25: 50-54.
- BALAS J., 2006. Mikotoksyny jako źródło zanieczyszczeń żywności pochodzenia roślinnego. *Post. Fitoter.* 2: 98-104.
- BENBROOK CH.M., 2005. Breaking the mold – impacts of organic and conventional farming systems on mycotoxins in food and livestock feed. *An Organic Center State of Science Review. The Organic Center.*
- BINDER E.M., TAN L.M., CHIN L.J., HANDL J., RICHARD J., 2007. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feeds ingredients. *Anim. Feed Sci. Technol.* 137: 265-282.
- CASTEGNARO M., 1990. Are mycotoxins risk factors for endemic nephropathy and associated urothelial cancers? *Arch. Geschwulstforsch.* 60: 295-230.
- CHUNG W.C., KWONG K.P., TANG A.S.P., YEUNG S.T.K., 2009. Ochratoxin A levels in foodstuffs marketed in Hong-Kong. *J. Food Comp. Anal.* 22: 756-761.
- FUCHS R., PERAICA M., 2005. Ochratoxin A in human kidney diseases. *Food Additiv. Contam. Suppl.* 1: 53-57.
- GAUTIER J.C., HOLZHAUSER D., MARKOVIĆ J., GREMAUD E., SCHILTER B., TURESKY R.J., 2001. Oxidative damage and stress response from ochratoxin A exposure in rats. *Free Radic. Biol. Med.* 30, 10: 1089-1098.
- GHALI R., HMAISSIA-KHLIFA K., GHORBEL H., MAAROUI K., HEDILI A., 2008. Incidence of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in Tunisian foods. *Food Control* 19: 921-924.
- GOLIŃSKI P., WAŚKIEWICZ A., GROMADZKA K., 2009. Mycotoxins and mycotoxicoses under climatic conditions of Poland. *Pol. J. Vet. Sci.* 12, 4: 581-588.
- GOLIŃSKI P., WAŚKIEWICZ A., WIŚNIEWSKA H., KIECANA I., MIELNICZUK E., GROMADZKA K., KOSTECKI M., BOCIANOWSKI J., RYMANIAK E., 2010. Reaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to infection with *Fusarium* spp.: mycotoxin contamination in grain and chaff. *Food Additiv. Contam.* 27, 6: 1015-1024.
- GRAJEWSKI J., 2006. Mikotoksyny i mikotoksykozy zagrożeniem dla człowieka i zwierząt. W: Mikotoksyny i grzyby pleśniowe – zagrożenia dla człowieka i zwierząt. Red. J. Grajewski. Wyd. UKW, Bydgoszcz: 117-147.
- JESTOI M., SOMMA M.C., KOUVA M., VEIJALAINEN P., RIZZO A., RITIENI A., PELTONEN K., 2004. Levels of mycotoxins and sample cytotoxicity of selected organic and conventional grain-

Mruczyk K., Jeszka J., 2013. Porównanie zawartości ochratoxyny A (OTA) i zearalenonu (ZEA) w produktach zbożowych z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #48.

- based products purchased from Finnish and Italian markets. *Mol. Nutr. Food Res.* 48, 4: 299-307
- MAJERUS P., 2006. Toksyny grzybów jako cel badawczy. W: *Mikotoksyny i grzyby pleśniowe zagrożeniem dla człowieka i zwierząt*. Red. J. Grajewski. Wyd. UKW, Bydgoszcz: 95-105.
- OCHRATOXIN A. 1993. IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risk Hum. 56 (Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins): 489-521.
- OZNACZANIE toksyn *Fusarium* – zearalenonu (ZEA) w zbożach i jego przetworach metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z oczyszczaniem za pomocą kolumn powinowactwa immunologicznego. Opr. K. Rybińska. 2005. Wyd. Med. PZH, Warszawa.
- PEŁAWIŃSKA-CZARNAK J., ZARZYŃSKA J., 2010. Mikotoksyny w żywności pochodzenia zwierzęcego. *Mikol. Lek.* 17, 2: 129.
- PN-EN 14132:2010. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie ochratoxyny A (OTA) w jęczmieniu i kawie palonej. Metoda HPLC z oczyszczaniem na kolumnie powinowactwa immunologicznego. PKN, Warszawa.
- POKRZYWA P., CIEŚLIK E., SURMA-ZADORA M., 2008. Mikotoksyny – czynnik zagrożenia żywności. *Post. Nauk Roln.* 4: 73-80.
- ROZPORZĄDZENIE Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. 2006. *Dz. Urz. UE L 364*: 5-24.
- SCHOLLENBERGER M., DROCHNER W., RUFLE M., SUCHY S., TERRY-JARA H., MULLER H.M., 2005 a. Trichothecene toxins in different groups of conventional and organic bread of the German market. *J. Food Composit. Anal.* 18: 69-78.
- SCHOLLENBERGER M., MULLER H.M., RUFLE M., SUCHY S., PLANCK S., DROCHNER W., 2005 b. Survey of *Fusarium* toxins in foodstuffs of plant origin marketed in Germany. *Int. J. Food Microbiol.* 97: 317-326.
- SURVEY of maize-based retail products for mycotoxins. 2005. *Food Surv. Inf. Sheet* 72.
- SWEENEY M.J., DOBSON A.D.W., 1998. Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. *Int. J. Food Microbiol.* 43: 141-158.
- TOXINS derived from *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* and *F. crookwellense*: zearalenone, deoxynivalenol, nivalenol and fusarenone X. 1993. IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risk Hum. 56 (Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins): 397-444.
- WAŚKIEWICZ A., GROMADZKA K., WIŚNIEWSKA H., GOLIŃSKI P., 2008. Accumulation of zearalenone in genotypes of spring wheat after inoculation with *Fusarium culmorum*. *Cereal Res. Commun.* 36, Suppl. B: 401-404.

## COMPARISON OF THE CONTENTS OF OCHRATOXIN A (OTA) AND ZEARELENONE (ZEA) IN CEREAL PRODUCTS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CULTIVATION

**Summary.** Toxins produced by fungi of the genera: *Fusarium*, *Aspergillus* and *Penicillium* are considered particularly dangerous in organic and conventional cultivations. These fungi produce toxic substances under environmental stress, when there are changes in temperature, humidity and oxygen availability. The aim of this study was to compare the contents of zearalenone (ZEA) and ochratoxin A (OTA) in cereal products from organic and conventional cultivations, available on the market in the lubuskie province. Products from organic cultivations showed higher contamina-

tion by ochratoxin A (OTA) in comparison with products from conventional cultivations while smaller in the case of contamination by zearalenone (ZEA). Ochratoxin A (OTA) occurred in 63.13% of the samples from organic cultivation and 47.37% from conventional cultivation. Increased levels, exceeding acceptable limit (MRL) of ochratoxins A (OTA) were detected in a barley from conventional cultivation – 4.3 µg/kg and semolina sample from organic cultivation – 32 µg/kg. Studies have shown the presence of zearalenone (ZEA) in 5.29% of the cereal products samples from organic cultivation and 15.79% of the samples from conventional cultivation.

**Key words:** mycotoxins, ochratoxin A (OTA), zearalenone (ZEA), cereal products

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Kinga Mruczyk, ul. Źródłowa 14, 66-400 Gorzów Wlkp., Poland, e-mail: kinga.mruczyk@yp.pl*

*Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:*

*2.08.2013*

*Do cytowania – For citation:*

*Mruczyk K., Jeszka J., 2013. Porównanie zawartości ochratoksyny A (OTA) i zearalenonu (ZEA) w produktach zbożowych z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #48.*