

Małgorzata Stryjecka

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie

ZANIECZYSZCZENIE MIKOTOKSYNAMI EKOLOGICZNYCH PRZETWORÓW ZBOŻOWYCH ZNAJDUJĄCYCH SIĘ W PLACÓWKACH HANDLOWYCH WOJ. LUBELSKIEGO

Streszczenie

Mikotoksyny są to metabolity wtórne wytwarzane przez grzyby (pleśnie), należące przede wszystkim do następujących rodzajów: *Penicillium*, *Aspergillus* oraz *Fusarium*. Celem niniejszej pracy było określenie w wybranych ekologicznych przetworach zbożowych, znajdujących się w placówkach handlowych województwa lubelskiego, zawartości mikotoksyn: aflatoksyny B1, sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2, ochratoksyny A (OTA), zearalenonu (ZEA), oraz deoksyniwalenolu (DON). Do oceny stopnia zanieczyszczenia badanych prób mikotoksynami wykorzystano metodę immunoenzymatyczną ELISA, przy zastosowaniu testów RIDASCREEN®. Średnia zawartość mikotoksyny B1 dla większości badanych prób nie przekroczyła dopuszczalnego poziomu, jedynie w przypadku jednej próbki mąki dopuszczalny limit został nieznacznie (2,5%) przekroczony. W badanej mące były obecne również inne analizowane mikotoksyny, jednakże w żadnym z badanych przypadków nie wystąpiło przekroczenie dopuszczonej wartości.

Słowa kluczowe: mikotoksyny, przetwory zbożowe, produkty ekologiczne

Wstęp

Mikotoksyny, czyli metabolity wtórne, są to substancje chemiczne produkowane przez niektóre grzyby (pleśnie), należące do następujących rodzajów: *Penicillium*, *Aspergillus* oraz *Fusarium* [Engelhardt i in. 2006]. Metabolity te są wytwarzane przez grzyby toksynotwórcze, szczególnie wtedy, gdy zachodzą zmiany temperatury, wilgotności, czy też dostępności tlenu [Solarzka i Janda 2004 Pławińska-Czarnak i Zarzyńska 2010, Stanisławczyk i in. 2010, Mruczyk i Jeszka 2013]. Obecność mikotoksyn można znaleźć w wielu różnych produktach rolno-spożywczych m.in. zbożach oraz ich przetworach, mleku, owocach suszonych, winie, kawie, herbacie itd. [Balas 2006].

Dotychczas scharakteryzowano około 400 mikotoksyn, wśród nich najlepiej poznane są: aflatoksyny, ochratoksyny, trichoteceny, fumonizyny, zearalenon oraz patulina [Czerwiecki 1997]. Związki te mają znaczący wpływ na gospodarkę, ponieważ powodują obniżenie jakości plonów a co za tym idzie wymierne straty ekonomiczne [Miśniakiewicz 2008].

Aflatoksyny są to mikotoksyny wytwarzane przez niektóre gatunki *Aspergillus*, mają one silne działanie rakotwórcze, szczególnie ukierunkowane na wątrobę. Znane są następujące aflatoksyny: B1, B2, M1, M2, G1, G2. W produktach pochodzenia roślinnego najczęściej spotyka się obecność aflatoksyn: B1 i G1 [Miśniakiewicz 2008]. Mikotoksyny te są dobrze rozpuszczal-

ne w wodzie, przez co łatwo przenikają przez błony, tkanki roślin i zwierząt, oraz przez skórę. Aflatoksyny odkładają się w organizmie, przyczyniają się do zaburzeń czynnościowych, następnie do chorób, a w konsekwencji do śmierci [Saleemullah i in. 2006].

Kolejną mikotoksyną, jest ochratoksyna A (OTA) wytwarzana w klimacie umiarkowanym i chłodnym, przez *Penicillium verrucosum*, natomiast w cieplejszych obszarach świata, przez niektóre gatunki *Aspergillus*. Ochratoksyna A jest jedną z mikotoksyn najczęściej zanieczyszczających żywność oraz pasze [Czaban i in. 2006]. Najczęściej występuje w produktach źle przechowywanych (nieodpowiednia wilgotność i temperatura) oraz źle wysuszonych. Ochratoksynę A można również znaleźć w przetworach mięsnych oraz w podrobach [Miśniakiewicz 2008]. OTA ma działanie neurotoksyczne i nefrokancerogenne, kumuluje się w nerkach, wątrobie, mięśniach oraz w tkance tłuszczowej [Pardo i in. 2004].

Zearalenon (ZEA) produkowany jest przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, głównie *F. graminearum*, *F. culmorum*, często występuje w tkankach zwierzęcych i roślinnych [Waśkiewicz i in. 2008, Goliński i in. 2009]. Warunki, w których występuje największe stężenie zearalenonu to temperatura poniżej 25°C, oraz wilgotność około 16% [Goliński i in. 2010].

Kolejną mikotoksyną jest deoksyniwalenol (DON), powstaje on w czasie wegetacji oraz żniw, które przebiegają w warunkach wysokiej wilgotności. Mikotoksyna ta wpływa hamująco na biosyntezę białka, zmniejsza aktywność enzymów, powoduje zaburzenia w podziałach komórkowych oraz zakłóca prawidłową przepuszczalność błon cytoplazmatycznych [Buśko i in. 2006]. Spożycie produktów o wysokim stężeniu DON może wywołać: biegunki, wymioty oraz anoreksję spowodowaną stanem zapalnym nabłonka jelita cienkiego. Ponadto mikotoksyna ta ma silne działanie alergizujące [Tomczak i in. 2002].

Produkty ekologiczne są postrzegane przez konsumentów jako bezpieczniejsze niż ich odpowiedniki pochodzenia konwencjonalnego. Ponadto wiele doniesień naukowych wskazuje, że są one również mniej zasobne w mikotoksyny [Rembiałkowska 2004, Solarska i in. 2008].

Materiały i metody badań

Materiał do badań stanowiły próbki przetworów zbożowych pobranych w sposób losowy w punktach handlowych województwa lubelskiego. Produkty te zostały poddane analizie na obecność: aflatoksyny B1, sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2, ochratoksyny A, deoksyniwalenolu oraz zearalenonu. Badano:

- a) mąkę pszenną jasną typ 500,
- b) makaron razowy,
- c) kaszę jaglaną,
- d) kaszę manną,
- e) kaszę gryczaną,
- f) płatki jęczmienne,
- g) płatki owsiane.

Łącznie w latach 2011-2013 przebadano 298 prób (tab. 1). Stopień zanieczyszczenia badanych prób mikotoksynami został oceniony z wykorzystaniem metody immunoenzymatycznej ELISA z zastosowaniem testów RIDASCREEN®. Gęstość optyczna badanych prób została oznaczona przy użyciu czytnika Sunrise firmy Tecan przy długości fali $\lambda = 450$ nm. Właściwe stężenie badanej prób oznaczono na podstawie krzywej standardowej.

Wszystkie analizy zostały wykonane w trzech powtórzeniach.

Tabela 1. Liczba próbek ekologicznych przetworów zbożowych przebadanych pod kątem zawartości mikotoksyn w latach 2011-2013

Ekologiczny produkt zbożowy	Lata		
	2011	2012	2013
Mąka pszenna jasna typu 500	25	21	26
Kasza jaglana	14	14	10
Kasza manna	14	12	10
Kasza gryczana	16	18	14
Płatki jęczmienne	11	10	8
Płatki owsiane	10	10	10
Makaron razowy	10	25	10

Wyniki i dyskusja

Obecność aflatoksyny B1 zanotowano w próbkach należących do wszystkich analizowanych grup produktów zbożowych (tab. 2.). Aflatoksyna B1 wykryto w 11 z 72 próbek mąki pszennej jasnej typu 500. Największe średnie stężenie badanej mikotoksyny zanotowano w przypadku badanej ekologicznej mąki pszennej jasnej typu 500 i wynosiło ono $0,66 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Należy zaznaczyć, że przypadku jednej próbki mąki, poziom badanej mikotoksyny był nieznacznie (2,5%) powyżej dopuszczalnego poziomu. W przypadku pozostałych analizowanych produktów zbożowych nie zanotowano przekroczenia dopuszczalnego limitu.

Badany ekologiczny makaron charakteryzował się najmniejszym średnim stężeniem aflatoksyny B1, wynoszącym $0,09 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Znacznie niższe średnie stężenie dla mąki ($0,12 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) uzyskali Stanisławczyk i in. [2010] analizując zboża oraz produkty zbożowe znajdujące się w placówkach handlowych województwa podkarpackiego.

Tabela 2. Zawartość aflatoksyny B1 w wybranych produktach spożywczych $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

Produkt ekologiczny	Lata	Liczba próbek w których wykryto obecność aflatoksyny B1	Średnia	Minimum	Maximum	Najwyższy dopuszczalny poziom (NDP)
Mąka pszenna jasna typu 500	2011	7	0,66	0,10	2,05	2,0
	2012	2	0,55	0,10	1,85	2,0
	2013	3	0,60	0,10	1,80	2,0
Kasza jaglana	2011	2	0,12	0,06	0,21	2,0
	2012	3	0,10	0,05	0,20	2,0
	2013	2	0,10	0,05	0,20	2,0
Kasza manna	2011	2	0,12	0,07	0,19	2,0
	2012	4	0,10	0,06	0,19	2,0
	2013	2	0,10	0,06	0,18	2,0
Kasza gryczana	2011	2	0,14	0,09	0,20	2,0
	2012	3	0,12	0,08	0,20	2,0
	2013	1	0,14	0,09	0,20	2,0
Płatki jęczmienne	2011	5	0,12	0,06	0,20	2,0
	2012	4	0,11	0,05	0,20	2,0
	2013	3	0,12	0,06	0,20	2,0
Płatki owsiane	2011	2	0,16	0,08	0,30	2,0
	2012	1	0,15	0,07	0,25	2,0
	2013	2	0,14	0,06	0,20	2,0
Makaron razowy	2011	6	0,06	0,05	0,09	0,10
	2012	5	0,05	0,05	0,09	0,10
	2013	3	0,05	0,05	0,08	0,10

Wśród 298 przebadanych próbek w 94 (31,54% próbek) z nich wykryto obecność sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2. Mikotoksyna ta była obecna u wszystkich przedstawicieli analizowanych grup produktów. Średnia zawartość tych mikotoksyn wynosiła od 0,32 do 1,20 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 3). Największe stężenie tej mikotoksyny zanotowano w przypadku mąki jasnej pszennej typu 500 i wynosiło ono średnio 1,20 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Najniższą zaś zawartość sumy aflatoksyny B1, B2, G1, G2 otrzymano w stosunku do makaronu razowego (0,32 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Stanisławczyk i in. [2010] dokonując analizy produktów zbożowych pobranych w punktach handlowych województwa podkarpackiego, stwierdzili obecność sumy mikotoksyn B1, B2, G1, G2, jednak na poziomie nieznacznie niższym niż zawartości otrzymane w niniejszej pracy. Natomiast badania prowadzone w latach 2010-2011 dotyczące analizy produktów zbożowych pochodzących z terenu Polski wschodniej prowadzone przez Solar-ską i Marzec [2012] wykazały w 51,14% obecność tych mikotoksyn. Mush-taq i in. [2012] analizując m.in. produkty zbożowe uzyskali znacznie wyższe średnie stężenie aflatoksyn od 0,050 do 3,74 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Tabela 3. Zawartość sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2 w wybranych przetworach zbożowych $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

Produkt ekologiczny	Lata	Liczba próbek w których wykryto obecność sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2	Średnia	Minimum	Maximum	Najwyższy dopuszczalny poziom (NDP)
Mąka pszenna jasna typu 500	2011	4	1,20	0,72	1,80	4,0
	2012	4	1,10	0,70	1,80	4,0
	2013	3	1,30	0,72	0,80	4,0
Kasza jaglana	2011	2	0,68	0,60	0,74	4,0
	2012	2	0,70	0,59	0,72	4,0
	2013	3	0,66	0,60	0,70	4,0
Kasza manna	2011	3	0,45	0,41	0,50	4,0
	2012	3	0,47	0,40	0,50	4,0
	2013	2	0,43	0,42	0,48	4,0
Kasza gryczana	2011	2	0,48	0,45	0,52	4,0
	2012	2	0,47	0,45	0,50	4,0
	2013	2	0,49	0,45	0,50	4,0
Płatki jęczmienne	2011	5	0,42	0,40	0,47	4,0
	2012	4	0,42	0,40	0,45	4,0
	2013	3	0,42	0,40	0,45	4,0
Płatki owsiane	2011	1	0,42	0,40	0,45	4,0
	2012	1	0,40	0,39	0,43	4,0
	2013	3	0,40	0,40	0,40	4,0
Makaron razowy	2011	6	0,32	0,28	0,40	-
	2012	5	0,30	0,25	0,40	-
	2013	3	0,30	0,26	0,40	-

Obecność ochratoksyny A zanotowano w 50 analizowanych próbach (16,78%). Średnia zawartość ochratoksyny A (OTA) w analizowanych przetworach zbożowych zawierała się w przedziale od 0,37 do 1,29 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. W żadnym z badanych przypadków nie stwierdzono przekroczenia najwyższego dopuszczalnego stężenia ochratoksyny A.

Najwyższe stężenie ochratoksyny A (OTA) zanotowano w stosunku do badanej mąki pszennej jasnej typu 500 i wynosiło ono 1,29 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 4). Nie stwierdzono obecności ochratoksyny A w badanych próbkach kaszy mannej. Badania dotyczące występowania ochratoksyny A (OTA) w przetworach zbożowych przeprowadzone w latach 2004-2006 przez Pokrzywę i in. [2007] wykazały średnią zawartość tej mikotoksyny na poziomie 0,76-1,50 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Natomiast Mruczyk i Jeszka [2013] analizując produkty zbożowe znajdujące się w obrocie handlowym na terenie woj. lubuskiego zanotowali w przypadku produktów ekologicznych stężenie OTA na poziomie od 0,28 do 32,00 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast dla ich odpowiedników pochodzących z uprawy konwencjonalnej 0,20-4,30 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Badania dotyczące zawartości mikotoksyn w ryżu i jego przetworach, przeprowadzone przez González i in. [2006] w stosunku do materiału pochodzącego z gospodarstwa ekologicznego wykazały, że stężenie ochratoksyny A wynosiło $1,0-7,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w stosunku do produktów konwencjonalnych $4,3 - 27,3 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Tabela 4. Zawartość ochratoksyny A (OTA) w wybranych przetworach zbożowych $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

Produkt ekologiczny	Data produkcji [lata]	Liczba próbek w których wykryto obecność OTA	Średnia	Minimum	Maximum	Najwyższy dopuszczalny poziom (NDP)
Mąka pszenna jasna typu 500	2011	3	1,29	1,22	1,34	3,00
	2012	4	1,30	1,20	1,35	3,00
	2013	3	1,28	1,24	1,33	3,00
Kasza jaglana	2011	1	0,77	0,70	0,82	3,00
	2012	1	0,80	0,70	0,80	3,00
	2013	0	0,74	0,70	0,84	3,00
Kasza manna	2011	nieobecne	nieobecne	nieobecne	nieobecne	3,00
	2012	nieobecne	nieobecne	nieobecne	nieobecne	3,00
	2013	nieobecne	nieobecne	nieobecne	nieobecne	3,00
Kasza gryczana	2011	2	0,47	0,45	0,50	3,00
	2012	2	0,50	0,50	0,50	3,00
	2013	2	0,44	0,42	0,50	3,00
Płatki jęczmienne	2011	4	0,38	0,30	0,42	3,00
	2012	4	0,38	0,30	0,40	3,00
	2013	4	0,38	0,30	0,42	3,00
Płatki owsiane	2011	4	0,37	0,35	0,40	3,00
	2012	3	0,39	0,32	0,42	3,00
	2013	3	0,35	0,35	0,40	3,00
Makaron razowy	2011	3	0,32	0,10	0,47	0,50
	2012	3	0,34	0,10	0,50	0,50
	2013	4	0,30	0,10	0,45	0,50

Wśród wszystkich badanych prób 64 (21,48%) z nich było zanieczyszczonych deoksyniwalenolem. W badaniach własnych największe średnie stężenie deoksyniwalenolu (DON) zanotowano w przypadku mąki pszennej jasnej typu 500 i wynosiło ono $334,67 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 5). Najniższe zaś w przypadku płatków owsianych $107,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. We wszystkich analizowanych przetworach zbożowych nie stwierdzono przekroczenia maksymalnej dopuszczalnej zawartości. W przypadku badań przeprowadzonych przez Stanisławczyk i in. [2010], również największą wartość DON uzyskano w przypadku mąki i wynosiła ona średnio $127,36 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Natomiast badania przeprowadzone przez Schollenbergera i in. [2002] wykazały średnią zawartość tej mikotoksyny w mące na poziomie $394,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Tabela 5. Zawartość deoksyniwalenolu (DON) w wybranych przetworach zbożowych $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

Produkt ekologiczny	Lata	Liczba próbek w których wykryto obecność DON	Średnia	Minimum	Maximumm	Najwyższy dopuszczalny poziom (NDP)
Mąka pszenna jasna typu 500	2011	6	334,67	112,00	732,00	750,00
	2012	5	334,00	112,00	730,00	750,00
	2013	3	335,34	111,00	734,00	750,00
Kasza jęczmienna	2011	2	144,67	142,00	148,00	750,00
	2012	2	144,00	141,00	145,00	750,00
	2013	3	145,27	140,00	150,00	750,00
Kasza manna	2011	2	134,00	131,00	138,00	750,00
	2012	1	133,00	130,00	140,00	750,00
	2013	1	135,00	135,00	135,00	750,00
Kasza gryczana	2011	2	107,33	100,00	112,00	750,00
	2012	2	107,00	100,00	111,00	750,00
	2013	2	107,66	100,00	111,00	750,00
Płatki jęczmienne	2011	4	114,67	110,00	123,00	750,00
	2012	4	115,00	110,00	123,00	750,00
	2013	4	114,34	110,00	124,00	750,00
Płatki owsiane	2011	2	107,00	100,00	112,00	500,00
	2012	2	105,00	100,00	110,00	500,00
	2013	2	109,00	100,00	114,00	500,00
Makaron razowy	2011	5	116,33	114,00	120,00	750,00
	2012	5	116,00	112,00	120,00	750,00
	2013	5	116,66	112,00	120,00	750,00

Obecność zearalenonu zanotowano w 69 analizowanych próbach (23,15%). Wyniki oceniające poziom zanieczyszczenia badanych przetworów zbożowych zearalenonem (ZEA) przedstawione są w tabeli 6. Oznaczone poziomy ZEA w badanych produktach zbożowych nie przekroczyły przyjętego najwyższego dopuszczalnego stężenia tej mikotoksyny. Największe średnie stężenie ZEA wynoszące $11,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, zanotowano w stosunku do mąki pszennej jasnej typu 500 oraz płatków owsianych. Najniższe zaś w przypadku płatków jęczmiennych ($2,40 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Podobne rezultaty uzyskali Stanisławczyk i in. [2010] analizując produkty zbożowe znajdujące się w placówkach handlowych województwa podkarpackiego. Solarska i Marzec [2012] również uzyskali podobne wyniki analizując w latach 2010-2011 zbożowe produkty ekologiczne pochodzące z placówek handlowych województwa lubelskiego.

Tabela 6. Zawartość zearalenonu (ZEA) w wybranych produktach spożywczych $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

Produkt ekologiczny	Lata	Liczba próbek w których wykryto obecność ZEA	Średnia	Minimum	Maximum	Najwyższy dopuszczalny poziom (NDP)
Mąka pszenna jasna typu 500	2011	4	11,00	10,00	12,00	75,00
	2012	3	11,50	10,00	11,00	75,00
	2013	3	12,00	10,00	14,00	75,00
Kasza jęczmienna	2011	2	9,75	9,00	11,00	75,00
	2012	2	9,50	8,50	11,50	75,00
	2013	4	10,00	9,00	10,50	75,00
Kasza manna	2011	3	9,00	9,00	9,00	75,00
	2012	2	9,50	8,50	9,00	75,00
	2013	3	8,50	8,00	9,50	75,00
Kasza gryczana	2011	4	8,00	8,00	8,00	75,00
	2012	2	8,50	7,00	8,00	75,00
	2013	2	7,50	7,50	8,00	75,00
Płatki jęczmienne	2011	4	2,40	2,00	2,70	75,00
	2012	4	2,50	2,00	2,60	75,00
	2013	4	2,30	2,00	2,65	75,00
Płatki owsiane	2011	3	11,00	10,00	12,00	50,00
	2012	3	12,00	12,00	12,00	50,00
	2013	3	10,00	10,00	10,50	50,00
Makaron razowy	2011	5	6,25	6,00	6,50	20,00
	2012	5	6,20	5,90	6,40	20,00
	2013	4	6,30	6,00	6,50	20,00

Wnioski

1. Średnia zawartość sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2 była największa w mące i wynosiła $1,80 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. W żadnym przypadku nie zanotowano przekroczenia dopuszczalnych limitów.
2. Średnie stężenie aflatoksyny B1 w badanych ekologicznych przetworach zbożowych nie przekroczyło dopuszczalnego poziomu. Jedynie w przypadku jednej próbki mąki ten poziom nieznacznie (2,5%) został przekroczony.
3. Najwyższe stężenie ochratoksyny A (OTA) stwierdzono w ekologicznej mące pszennej jasnej typu 500 i wynosiło ono $1,34 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.
4. Średnia zawartość deoksyniwalenolu (DON) w badanych ekologicznych przetworach zbożowych wynosiła od 107,00 do $724,25 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a stężenie zearalenonu (ZEA) 2,40-11 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Piśmiennictwo

1. Balas J., 2006: Mikotoksyny jako źródło zanieczyszczeń żywności pochodzenia roślinnego. *Postępy Fitoterapii*, 2: 98-104.
2. Buśko M., Góral T., Cichy H., Matysiak A., Perkowski A., 2006: Akumulacja deoksynivalenol i ergosterolu w ziarnie pszenżyta porażonym przez *Fusarium culmorum*. *Folia Univ. Agric. Stetin., Agricultura* 247(100): 21–28.
3. Czaban J., Wróblewska B., Stochmal A., Janda B., 2006: Growth of *Penicillium verrucosum* and production of ochratoxin A on nonsterilized wheat grain incubated at different temperatures and water content. *Pol. J. Microb.* 55, 4: 321-331.
4. Czerwiecki L., 1997: Mikotoksyny w żywności jako czynnik zagrożenia zdrowotnego. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie* 4: 293-300.
5. Engelhardt G., Barthel J., Sparrer D., 2006: *Fusarium* mycotoxins and ochratoxin A in cereals and cereal products. *Molecular Nutr. & Food Res.* 50: 401–405.
6. Goliński P., Waśkiewicz A., Gromadzka K., 2009: Mycotoxins and mycotoxicoses under climatic conditions of Poland. *Pol. J. Vet. Sci.* 12, 4: 581-588.
7. 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.
8. González L., Juan C., Soriano J.M., Moltó J.C., Mañes J., 2006. Occurrence and daily intake of ochratoxin A of organic and non-organic rice and rice products. *Int. J. Food Microbiol.* 107, 2: 223–227.
9. Miśniakiewicz M., 2008: Biologiczne zanieczyszczenia żywności. Mikotoksyny. *Zesz. Nauk. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 781: 113-129.
10. Mruczyk K., Jeszka J., 2013: Porównanie zawartości ochratoksyny A (OTA) i zearalenonu (ZEA) w produktach zbożowych z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. *Nauka Przynr. Technol.* 7, 3: #48.
11. Mushtaq M., Sultana B., Anwar F., Khan M.Z., Ashrafuzzaman M., 2012: Occurrence of Aflatoxins in Selected Processed Foods from Pakistan, *Int. J. Mol. Sci.* 13:, 8324-8337.
12. Pardo E., Marin S., Sanchis V., Ramos A., 2004: Prediction of fungal growth and ochratoxin A production by *Aspergillus ochraceus* on irradiated barley grain as influenced by temperature and water activity. *Int. J. of Food Microbiology* 95: 79–88.
13. Pittet A., 1998: Natural Occurrence of Mycotoxins in Foods and Feeds – an Updated Review. *Revue of Medicine and Veterinary* 149, 6.
14. Pławińska-Czarnak J., Zarzyńska J., 2010: Mikotoksyny w żywności pochodzenia zwierzęcego. *Mikol. Lek.* 17, 2: 129.
15. Pokrzywa P., Cieślik E., Topolska K., 2007: Ocena zawartości mikotoksyn w wybranych produktach spożywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3(52): 139-146.

16. Rembiałkowska E., 2004: Zdrowotne i odżywcze cechy żywności z produkcji ekologicznej. W: Monografia: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Red. Zbytek Z., Poznań: 130-142.
17. Saleemullah, Amjad Iqbal, Iqtidar A. Khalil, Hamidullah Shah., 2006: Aflatoxin contents of stored and artificially inoculated cereals and nuts. *Food Chemistry* 98: 699-703.
18. Schollenberger M., Jara H.T., Suchy S., Drochner W., Müller H.M., 2002: *Fusarium* toxins in wheat flour collected in an area in southwest Germany. *Int. J. Food Microbiology* 72: 85-89.
19. Stolarska A., Janda K., 2004: Zagrożenia dla zbóż - grzyby strzępkowe. *Przemysł Spożywczy* 11: 56-57.
20. Solarska E., Mazurkiewicz J., Fajbuś A., Muszyńska M., 2008: Wpływ przedplonu na występowanie trichotecenów fuzaryjnych w jęczmieniu jarym uprawianym w ekologicznym systemie produkcji. *J. Res. Applic. Agricult. Engin.* 53(4): 74-77.
21. Stanisławczyk R., Rudy M., Świątek B., 2010: Występowanie mikotoksyn w zbożach i przetworach zbożowych znajdujących się w placówkach handlowych województwa podkarpackiego *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 6(73): 58-66.
22. Tomczak M., Wiśniewska H., Stępień Ł., Kostecki M., Chełkowski J., Goliński P., 2002: Deoxynivalenol, nivalenol and moniliformin in wheat samples with head blight (scab) symptoms in Poland (1998-2000). *Europ. J. Plant Pathology* 108: 625-630.
23. 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.