

MYCOTOXINS CONTENT AND COLONIZATION LEVEL IN WINTER WHEAT GRAIN CULTIVATED IN TRANSITION PERIOD FOLLOWING TO ECOLOGICAL SYSTEM

Summary

There is still not enough possibilities to protect grains produced in organic farming against fungal diseases. Range of fungicides permitted to use in organic farms is insufficient and it is going to reduce. Usage of all well known available methods both organic and agrotechnical in order to reaching highest level of good quality yield is not always providing to success. Because of such situation some of the spores of fungal diseases from air and soil are able to carry with grains to warehouses, and it has an effect on problems with obtaining good quality yield. Aim of the study was to estimate quality of grains produced in organic farming system. Level of mycotoxins and infestation of fungi of grains were examined. Experiment was carried out in transition period of conversion from conventional to ecological system. The level of infestation of fungi and the level of mycotoxins was increasing in time that the experiment was stated. Content of deoxynivalenol and zearalenon in all analyzed samples did not exceed the permissible by UE norm for this toxin.

ZASIEDLENIE ORAZ ZAWARTOŚĆ MIKOTOKSYN W ZIARNIE PSZENICY OZIMEJ UPRAWIANEJ W OKRESIE PRZEJŚCIOWYM DO SYSTEMU EKOLOGICZNEGO

Streszczenie

Ekologiczna uprawa roślin zbożowych nie daje szerokiej możliwości stosowania środków, które mogą być pomocne w zwalczaniu wielu grzybów chorobotwórczych. Asortyment dopuszczonych do stosowania środków grzybobójczych w gospodarstwach ekologicznych ciągle się zmniejsza i jest niewystarczający. Wykorzystanie już dostępnych metod, zarówno agrotechnicznych jak i środków pochodzenia naturalnego, w celu uzyskania plonu dobrej jakości nie zawsze daje w pełni zadowalające rezultaty. Sytuacja taka powoduje, że grzyby znajdujące się w glebie i unoszące się w postaci zarodników w powietrzu, są przenoszone z ziarnem do magazynu i mogą mieć duży wpływ na jakość uzyskanego plonu. Celem przeprowadzonego doświadczenia była ocena jakości ziarna pszenicy ozimej wyprodukowanego w systemie ekologicznym. W tym celu przeprowadzono badanie zasiedlenia ziarna przez grzyby oraz określono zawartość mikotoksyn. Doświadczenie było prowadzone w okresie konwersji z systemu konwencjonalnego na ekologiczny. Im dłużej uprawiano zgodnie z wymogami produkcji ekologicznej tym więcej izolowano grzybów oraz wzrastał poziom mikotoksyn. Zawartości deoksyniwalenolu oraz zearalenonu nie przekraczały dopuszczalnych przez UE norm.

1. Wprowadzenie

Zboża uprawiane w ekologicznym systemie produkcji mogą być przez cały okres wegetacji porażane przez wiele grzybów chorobotwórczych. Część z patogenów może wpływać na zmniejszenie ilości plonu, a zarazem jego jakości. Wśród negatywnych cech wpływających na jakość ziarna wymienia się: zmniejszenie masy, pomarszczenie, zmiana barwy oraz możliwość tworzenia mikotoksyn, i związane z tym ryzyko dla zdrowia przyszłych konsumentów. Zagrożenie mikotoksynami wynika m.in. z ich rakotwórczych, mutagennych, teratogennych, względnie chronicznych właściwości [7]. W ostatnich latach w Polsce obowiązują normy WE, dotyczące dopuszczalnych limitów zawartości mikotoksyn [13]. W przypadku zbóż dotyczą one przede wszystkim mikotoksyn produkowanych przez grzyby, a wśród nich – przez licznie występujące już w czasie wegetacji gatunki należące do rodzaju *Fusarium*. Gatunki tego rodzaju grzyba zanieczyszczają plon zbóż, m.in. takimi mikotoksynami jak: deoksyniwalenol (DON), niwalenol (NIV) i zearalenon (ZEA).

W niektórych pracach [8] zwraca się uwagę na duże ryzyko wystąpienia mikotoksyn w produktach pochodzących z produkcji ekologicznej. Taki sposób uprawy nie uwzględnia stosowania syntetycznych zapraw oraz fungi-

cydów do opryskiwania w trakcie wegetacji, które ograniczają występowanie chorób. Wzrost zagrożenia ze strony wtórnych metabolitów grzybów związany jest również z obowiązkiem wysiewu ziarna pochodzącego z produkcji ekologicznej. Stwarza to duże możliwości rozwoju patogennych grzybów, które mogą wytwarzać mikotoksyny, np. bytujące na materiale siewnym grzyby rodzaju *Fusarium* oraz przenoszone wraz z ziarnem skleroty sporyszu (*Claviceps purpurea*) [8].

2. Cel pracy

Celem pracy była ocena jakości ziarna dwóch odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym, wysiewanej w dwóch gęstościach siewu – optymalnej i zagęszczanej, przez określenie liczby wyrosłych kultur grzybów z ziarna pszenicy oraz zawartości mikotoksyn w mące.

3. Materiał i metody

Ziarno pszenicy ozimej do doświadczeń laboratoryjnych zebrano ze ścisłych doświadczeń polowych przeprowadzonych w Polowej Stacji Doświadczalnej IOR – PIB w Winnej Górze w latach 2007-2009.

Poletka doświadczalne zlokalizowane na powierzchni eksperymentalnej prowadzonej w ekologicznym systemie produkcji roślinnej, zostały wydzielone w 2006 roku z części pola, na którym od wielu lat uprawiano różne rośliny rolnicze w systemie konwencjonalnym. Na poletkach doświadczalnych w okresie konwersji gruntów ornych na metodę ekologiczną, przed siewem i po wschodach stosowano nawożenie mineralne: Ca – 160 kg·ha⁻¹; MgO – 40 kg·ha⁻¹ (PRP SOL w postaci granulowanej). Chwasty zwalczano zabiegiem bronowania broną chwastownicą po rozpoczęciu wegetacji wiosennej. W fazie strzelania w źdźbło w zabiegach nalistnych stosowano mikroelementowy płynny nawóz potasowo-magnezowo-sodowy z dodatkiem miedzi (PRP[®]EBV Eau Bleu[®]Vegetal) łącznie z fungicydem na bazie s.a. siarki, w dawce 1600 g·ha⁻¹ (Siarkol Extra 80 WP).

Doświadczenia polowe założono w układzie split-blok w 4 powtórzeniach na poletkach o powierzchni 16 m². Czynnikiem pierwszego rzędu były dwa systemy uprawy: ekologiczny (okres konwersji) i konwencjonalny. Czynnikiem drugiego rzędu były dwie gęstości siewu: siew o standardowej obsadzie 450 ziaren/m² oraz siew zagęszczony 800 ziaren/m². Czynnikiem trzeciego rzędu były dwie odmiany pszenicy ozimej: Mewa i Wydma. W tej pracy przedstawiono wyniki z części doświadczenia, które uzyskano z materiału roślinnego zebranego z poletek w okresie konwersji. Uzyskane wyniki zasiedlenia ziarna poddano analizie statystycznej wykonując analizę wariancji, najmniejszą istotną różnicę NIR obliczono dla poziomu ufności $\alpha = 0,05$ za pomocą testu t-Studenta.

W celu określenia zasiedlenia przez grzyby z plonu każdej kombinacji wyłożono po 100 ziarniaków w 4 powtórzeniach. Po 14 dniach przeprowadzono identyfikację wyrosłych kultur grzybów na podstawie obserwacji makro- i mikroskopowych, posługując się kluczami do oznaczania grzybów. W zmielonych próbach ziarna oznaczano zawartość mikotoksyn: deoksyniwalenol (DON) i zearalenon (ZEA) metodą immunoenzymatyczną ELISA przy użyciu Testów Veratox DON HS, DON 5/5 i ZEA firmy Neogen. Do detekcji ilościowej mikotoksyn wykorzystano czytnik mikroplątek (fotometr) Stat Fax 303 Plus.

4. Wyniki i dyskusja

Zasiedlenie ziarna pszenicy ozimej istotnie różniło się tylko w poszczególnych latach badań, w zależności od odmiany. Nie stwierdzono różnic w zasiedleniu ziarna przez grzyby w zależności od gęstości siewu. Wynikać to może z większej niż w konwencjonalnym rolnictwie presji chwastów, które mogły wpłynąć na zmniejszenie obsady roślin. W tab. 1 przedstawiono odsetek ziarniaków, z których wyrosły kolonie grzybów (ogółem). Ziarno pochodzące z 2009 roku było najsilniej porażone – średnio dla dwóch odmian 98%. Najmniej wyrosło grzybów z ziarna pszenicy zebranej w 2007 roku – około 20%, natomiast z ziarna zebranego w 2008 roku około 33%. Prawdopodobnie przyczyną słabego zasiedlenia ziarna w latach 2007 i 2008 była uprawa pszenicy w okresie konwersji, tj. przejścia z systemu uprawy konwencjonalnej na ekologiczną. W okresie poprzedzającym niniejsze badania stosowano pełną ochronę chemiczną, w tym fungicydową, która wpłynęła m.in. na zmniejszenie występowania grzybów chorobotwórczych. Wraz z upływem lat po zakończeniu konwencjonalnego systemu produkcji i rozpoczęciu uprawy w okresie konwersji liczba zasiedlonych ziaren wzrosła. Jest to związane z zaprzestaniem stosowania syntetycznych

środków chemicznych (poza dozwolonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym) i zwiększeniem się liczby grzybów, które zasiedlają glebę oraz rośliny. Ziarno odmiany pszenicy ozimej Wydma, była niezależnie od gęstości siewu, we wszystkich latach badań mniej zasiedlone przez grzyby aniżeli Mewa. Zostało to jednak statystycznie potwierdzone tylko w 2008 roku. Zasiedlenie ziarna odmiany Wydma wynosiło średnio dla ziarna z siewu optymalnego i zagęszczonego 46%, natomiast dla odmiany Mewa 55% (tab. 1). Wg badań COBORU [2], odmiana pszenicy ościwej Mewa jest mniej porażana przez sprawców chorób liści w porównaniu do odmiany Wydma. Natomiast porażenie obu odmian przez sprawców fuzariozy kłosów oraz chorób podstawy źdźbła jest podobne. W tym badaniu nie udało się tego potwierdzić, na co wskazuje średni procent ziarna porażonego przez grzyby w latach 2007 i 2008 (tab. 1). Odporność na fuzariozę kłosów dwunastu odmian pszenicy badali Ochodźki i in. [12]. Najbardziej porażane były kłosa 3 populacji płaskurki, 2 odmian orkiszu i 1 odmiany pszenicy zwyczajnej (Biała Kaszubska).

Tab. 1. Procent zasiedlonych ziaren pszenicy ozimej pochodzącej z uprawy w okresie przejściowym do systemu ekologicznego

Table 1. Percent of colonized grains of winter wheat in transition period cultivated in transition period following to ecological system

Czynnik/lata Factor/years		2007	2008	2009	2007- 2009
A gęstość siewu sowing rate	optymalny optimal	18,25	32,75	98,75	49,92
	zagęszczony condensed	21,00	33,50	98,00	50,83
NIR (0,05) LSD (0,05)		r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.
B odmiana cultivar	Mewa	23,75	41,00	99,50	54,75
	Wydma	15,50	25,25	97,25	46,00
NIR (0,05) LSD (0,05)		r.n. n.s.	9,679	r.n. n.s.	l.i. s.y.
A x B		r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.

r.n. – różnice nieistotne

n.s. – non significant differences

l.i. – istotne w latach

s.y. – significant years

We wszystkich kombinacjach izolowano ponad 10-cio krotnie więcej grzybów saprotroficznych aniżeli patogenicznych (tab. 2 i 3). W tab. 2 zestawiono zasiedlenie ziarna przez grzyby saprotroficzne. Podobnie jak w przypadku zasiedlenia ziarna ogółem również w przypadku zasiedlenia przez grzyby saprotroficzne nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zależności od gęstości wysiewu. Odmiana Wydma była średnio o około 7% słabiej zasiedlona przez grzyby saprotroficzne aniżeli Wydma. Istotną statystycznie różnicę udowodniono tylko na ziarnie pochodzącym ze zbiorów w 2008 roku. Udział ziaren pszenicy ozimej uprawianej w okresie przejściowym do systemu ekologicznego zasiedlonych przez grzyby patogeniczne był niewielki (tab. 3). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zasiedleniu ziarna przez grzyby patogeniczne w zależności od gęstości siewu. Udowodnione zostały różnice odmianowe w zasiedleniu ziarna w 2009 roku. Istotnie więcej grzybów patogenicznych wyizolowano z odmiany Mewa (tab. 3).

Tab. 2. Procent zasiedlonych ziaren pszenicy ozimej uprawianej w okresie przejściowym do systemu ekologicznego przez grzyby saprotroficzne

Table 2. Percent of particular species of saprotrophic fungi in winter wheat cultivated in transition period following to ecological system

Czynnik/lata Factor/years		2007	2008	2009	2007-2009
A gęstość siewu sowing rate	optimalny optimal	17,50	32,00	88,75	46,08
	zagęszczony condensed	18,75	32,25	92,00	47,67
NIR (0,05) LSD (0,05)		r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.
B odmiana cultivar	Mewa	22,50	39,50	89,75	50,58
	Wydma	13,75	24,75	91,00	43,17
NIR (0,05) LSD (0,05)		r.n. n.s.	11,471	r.n. n.s.	l.i. s.y.
A x B		r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.

r.n. – różnice nieistotne
n.s. – non significant differences
l.i. – istotne w latach
s.y. – significant years

Spośród wyrosłych na pożywkach grzybów patogennych izolowano tylko *Helminthosporium sativum* oraz grzyby rodzaju *Fusarium* (przede wszystkim *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*) (tab. 4 i 5). Z grzybów saprotroficznych zidentyfikowano najwięcej grzybów rodzaju *Alternaria* oraz *Botrytis cinerea*. W 2009 roku również często izolowano grzyb saprotroficzny *Epicocum purpurescens*, który jest sprawcą czerni zbóż. Oprócz grzybów patogennych i saprotroficznych izolowano również bakterie oraz drożdże. Wielu badaczy [4, 5] wskazuje, iż o jakości siewnej ziarna decydują zarówno warunki klimatyczne i glebowe środowiska podczas wegetacji, jak również sposób zbioru i przechowywania. Ziarno w warunkach polowych jest narażone na zakażenia różnorodną mikroflorą obecną w kurzu, wodzie, glebie i nawozach [15]. Ilość mikroorganizmów obecnych na ziarnie i ich rodzaj zależy od szeregu czynników, a w szczególności od warunków pogodowych (wilgotność, temperatura) w czasie i bezpośrednio po zbiorach.

Potwierdzeniem są badania własne, w których największy odsetek zasiedlonych ziarniaków stwierdzono w ziarnie pochodzącym ze zbiorów w 2009 roku. W czerwcu tego roku zanotowano 123,3 mm opadów przy średniej temperaturze 15,3°C, a w lipcu 99,4 mm deszczu, zaś średnia temperatura powietrza wynosiła 19,0°C.

Tab. 3. Procent zasiedlonych ziaren pszenicy ozimej uprawianej w okresie przejściowym do systemu ekologicznego przez grzyby patogennicne

Table 3. Percent of particular species of pathogenic fungi in winter wheat cultivated in transition period following to ecological system

Czynnik/lata Factor/years		2007	2008	2009	2007-2009
A gęstość siewu sowing rate	optimalny optimal	0,75	0,75	10,00	3,83
	zagęszczony condensed	2,25	1,25	6,00	3,17
NIR (0,05) LSD (0,05)		r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.
B odmiana cultivar	Mewa	1,25	1,50	9,75	4,17
	Wydma	1,75	0,50	6,25	2,83
NIR (0,05) LSD (0,05)		r.n. n.s.	r.n. n.s.	3,387	l.i. s.y.
A x B		r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.

r.n. – różnice nieistotne
n.s. – non significant differences
l.i. – istotne w latach
s.y. – significant years

Łukanowski i Sadowski [10] porównywali występowanie grzybów rodzaju *Fusarium* na ziarnie i kłosach pochodzących z uprawy ekologicznej, zintegrowanej i konwencjonalnej oraz z monokultury. Wykazali oni, iż porażenie ziarna pochodzącego z uprawy w systemie ekologicznym było najniższe, natomiast najwyższe z monokultury. W badaniach niemieckich [11] porównywano zawartość toksyn fuzaryjnych (DON, ZEA) w próbkach pszenicy, żyta i pszenżyta pochodzących z uprawy w systemie konwencjonalnym oraz ekologicznym. Wykazano, że zawartość toksyn fuzaryjnych z próbek pochodzących z rolnictwa ekologicznego była znacznie mniejsza.

Tab. 4. Względny udział gatunków grzybów zasiedlających ziarno pszenicy ozimej odmiany Mewa uprawianej w okresie przejściowym do systemu ekologicznego

Table 4. Relative share of particular species of fungi on cultivar Mewa's grain cultivated in transition period following to ecological system

Lata Years	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Stemphylium botryosum</i>	<i>Epicocum purpurescens</i>	<i>Acremonium</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.	<i>Mucom</i> sp.	<i>Cheatomium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	Drożdże Yeast	Bakterie Bacteria	<i>Helminthosporium sativum</i>	<i>Fusarium</i> spp.	Niezarodnikujące Without spores
siew zagęszczony condensed sowing																
2007	9,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	0,5	1,5	7,0
2008	21,0	14,0	2,5	3,5	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,5
2009	68,0	-	-	-	-	22,0	-	-	0,5	-	-	-	-	-	7,5	1,0
siew optymalny optimal sowing																
2007	3,5	2,0	2,0	1,0	-	0,5	1,0	-	0,5	-	0,5	-	7,5	0,5	0,5	4,5
2008	15,0	7,0	3,0	4,5	1,0	-	-	1,5	-	0,5	-	1,0	-	-	0,5	3,0
2009	69,0	0,5	0,5	-	-	17,5	-	-	-	-	-	-	-	0,5	11,5	-

Tab. 5. Względny udział gatunków grzybów zasiedlających ziarno pszenicy ozimej odmiany Wydma uprawianej okresie przejściowym do systemu ekologicznego

Table 5. Relative share of particular species of fungi on cultivar Wydma's grain cultivated in transition period following to ecological system

Lata Years	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbraum</i>	<i>Stemphylium botryosum</i>	<i>Epicocum purpurescens</i>	<i>Acremonium</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.	<i>Mucom</i> sp.	<i>Cheatomium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	Drożdże Yeast	Bakterie Bacteria	<i>Helminthosporium sativum</i>	<i>Fusarium</i> spp.	Niezarodnikujące Without spores
siew zagęszczony <i>condensed sowing</i>																
2007	6,0	1,5	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	1,0	2,0	7,5
2008	11,0	6,0	3,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
2009	69,5	-	0,5	-	-	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	-
siew optymalny <i>optimal sowing</i>																
2007	3,0	2,0	2,0	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	2,5
2008	15,5	6,0	0,5	1,0	1,0	-	-	-	-	1,0	0,5	-	1,5	-	1,0	0,5
2009	69,0	0,5	-	-	-	19,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	8,0	-

Brak możliwości zastosowania fungicydów w ochronie zbóż przed fuzariozą kłosów może wpłynąć na podwyższenie zawartości mikotoksyn wytwarzanych przez grzyby rodzaju *Fusarium* [9]. Grzyby te produkować mogą mikotoksyny należące do trzech grup: trichoteceny (m.in. deoksyniwalenol, niwalenol), fumonizy oraz zeralenon [1]. W Polsce fuzariozę kłosów wywołuje najczęściej kompleks różnych gatunków, takich m.in. jak: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichoides* i *F. poae* [6]. Skład gatunkowy grzybów powodujących fuzariozę kłosów zależy od warunków atmosferycznych, a w szczególności od opadów i temperatury w fazie kwitnienia zbóż oraz czynników agrotechnicznych jak: uprawa gleby, nawożenie azotowe, stosowanie fungicydów, płodozmian i genotyp żywiciela (odmian odpornych) [3]. Zbadane próbki mąki pochodzącej z uprawy w systemie ekologicznym nie zawierały większej ilości mikotoksyn, zarówno deoksyniwalenolu (DON), jak i zearalenonu (ZEA) aniżeli dopuszczalne przez UE normy [13]. Wynoszą one dla mąki zbożowej przeznaczonej do bezpośredniego spożycia przez ludzi dla DON 750 µg/kg oraz dla ZEA 75 µg/kg. W badaniach Solarskiej i in. [14] nie stwierdzono również w ziarnie jęczmienia jarego uprawianego w systemie ekologicznym przekroczenia dopuszczalnych zawartości trichotecenów fuzaryjnych. Natomiast badania Korbas i in. [9] wykazały w 5 z 16 badanych próbach ziarna jęczmienia jarego wyższą zawartość zearalenonu od dopuszczalnej przez Unię Europejską. W badaniach własnych największą zawartość deoksyniwalenolu i zearalenonu stwierdzono w ziarnie pochodzącym z 2009 roku (tab. 6, 7). Dla odmiany Wydma w większości kombinacji zawartość DON i ZEA była wyższa aniżeli dla odmiany Mewa. Uzyskane wyniki zasiedlenia ziarna mogły wskazywać na sytuację odwrotną, ponieważ bardziej zasiedloną odmianą była odmiana Mewa. Jednak w przypadku wytwarzania mikotoksyn zwiększone zasiedlenie przez omawiane grzyby nie zawsze oznacza, że mikotoksyny muszą występować w wysokiej ilości i odwrotnie. Jest to głównie determinowane przez genotyp grzyba i (lub) przebieg pogody. Największą zawartość DON – 87,5 ppb, stwierdzono dla odmiany Wydma uprawianej w zagęszczonym siewie w 2009 roku. Najmniejsze ilości DON i ZEA wykryto w ziarnie obu odmian pochodzącym ze zbiorów w 2008 roku z siewu zagęszczonego dla obu odmian (tab. 6 i 7). Związane

to było z małą liczbą opadów w maju, czerwcu i lipcu (tab. 8). Sposób siewu nie jednoznacznie różnicował zawartość mikotoksyn.

Tab. 6. Zawartość deoksyniwalenolu w ziarnie pszenicy ozimej uprawianej w okresie przejściowym do systemu ekologicznego (µg/kg)

Table 6. Content of deoksynivalenole in winter wheat grain cultivated in transition period following to ecological system (µg/kg)

Siew Sowing	2007		2008		2009	
	Mewa	Wy-dma	Mewa	Wy-dma	Mewa	Wy-dma
zagęszczony <i>condensed</i>	22,1	16,8	5,6	7,4	11,5	87,5
optymalny <i>optimal</i>	10,7	10,9	9,3	12,2	56,8	71,5

Tab. 7. Zawartość zearalenonu w ziarnie pszenicy ozimej uprawianej okresie przejściowym do systemu ekologicznego (µg/kg)

Table 7. Content of zearalenone in winter wheat grain cultivated in transition period following to ecological system (µg/kg)

Siew Sowing	2007		2008		2009	
	Mewa	Wy-dma	Mewa	Wy-dma	Mewa	Wy-dma
zagęszczony <i>condensed</i>	4,1	2,1	0,9	1,0	8,6	13,2
optymalny <i>optimal</i>	1,3	2,4	2,8	4,3	5,0	6,8

5. Podsumowanie

Przeprowadzone badania w okresie konwersji z uprawy z systemu konwencjonalnego na ekologiczny wykazały wzrost zasiedlenia ziarna przez grzyby oraz wzrost zawartości mikotoksyn w ostatnim roku badań. Jest to związane ze zwiększeniem ilości drobnoustrojów bytujących w glebie, w tym grzybów m.in. rodzaju *Fusarium*. Zawartość mikotoksyn w żadnej z badanych prób nie przekraczała dopuszczalnych norm. W warunkach upraw ekologicznych ist-

Tab. 8. Charakterystyka warunków pogodowych w latach 2007-2009
 Table 8. Weather conditions in 2007-2009

Miesiąc Month	Średnia miesięczna temperatura [°C] Average month temperature [°C]			Suma opadów [mm] Sum of precipitation [mm]		
	2006/07	2007/08	2008/09	2006/07	2007/08	2008/09
Wrzesień September	17,0	13,2	12,3	40,4	23,7	18,0
Październik October	11,6	7,8	9,0	46,3	22,9	61,7
Listopad November	6,2	2,3	5,1	31,0	51,5	18,8
Grudzień December	4,3	0,8	1,0	0,0	25,8	11,4
Styczeń January	4,3	1,7	-3,4	72,9	75,8	23,3
Luty February	1,0	3,6	-0,2	46,1	20,1	30,2
Marzec March	6,5	3,9	3,4	39,6	39,4	44,4
Kwiecień April	10,4	8,4	11,6	13,0	35,6	1,7
Maj May	15,3	13,8	13,3	78,6	12,9	69,2
Czerwiec June	19,3	18,1	15,3	88,0	62,5	123,3
Lipiec July	20,7	19,5	19,0	87,4	65,7	99,4

nieje niebezpieczeństwo, szczególnie w lata wilgotne i ciepłe epidemicznego wystąpienia fuzariozy kłosów. Zwiększone będzie wówczas ryzyko podwyższenia zawartości mikotoksyn w zebranych ziarnie. Dlatego dla dobra konsumentów ważny jest monitoring produktów pochodzących z rolnictwa ekologicznego.

6. Literatura

- [1] Agrios G.N.: Plant Pathology. Elsevier Academic Press, London, 2005, 992 pp.
- [2] Anonim. Lista Opisowa Odmian. COBORU, Słupia Wielka, 2009.
- [3] Bottalico A., Perrone G.: Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small cereals in Europe. Eur. J. Plant Pathol., 2002, 108, s. 611-624.
- [4] Fornal Ł., Koziorok W., Rotkiewicz D.: Potencjalne funkcje żywności a jakość ziarna zbóż i nasion oleistych. Prz. Zb.-Młyn., 2004, 2, s. 7-11.
- [5] Gąsiorowski H.: Ziarno wadliwe. Cz. I. Fuzarioza. Prz. Zb.-Młyn., 2000, 6, s. 11-13.
- [6] Góral P., Arseniuk E.: Mikotoksyny fuzaryjne w ziarnie zbóż. Agro Serwis. Materiały z Forum Producentów Roślin Zbożowych, Kukurydzy i Rzepaku, 2005, Warszawa, s. 4-7.
- [7] Grajewski J.: Mikotoksyny i grzyby pleśniowe zagrożenie dla człowieka i zwierząt. Bydgoszcz, 2006, ss. 201.
- [8] Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J.: Mikotoksyny jako zagrożenie w produktach rolnictwa ekologicznego. s. 31-32. W: Materiały z Konferencji Naukowej „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych”. Poznań, 8-9 wrzesień 2008, IOR PIB, 2008.
- [9] Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Krawczyk R., Pieczul K.: Zawartość mikotoksyn w ziarnie jęczmienia jarego uprawianego w systemie ekologicznym. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 2009, 49 (3), s. 1561-1564.
- [10] Łukanowski A., Sadowski Cz.: Occurrence of *Fusarium* on grain and heads of winter wheat cultivated in organic, integrated, conventional systems and monoculture. J. Appl. Genet., 2002, 43A, s. 69-74.
- [11] Meister U., Bergholz-Rehrbrücke D.: Determination of T-2 and HAT-2 toxins in oats and other cereal varieties by HPLC-FLD. 14-16 May 2007, 29 Mycotoxin Workshop, Felbach Germany, 2007, s. 73.
- [12] Ochodźki P., Góral P., Bulińska-Radomska Z., Mysłowska A., Degulis M.: Odporność na fuzariozę kłosów i akumulacja mikotoksyn u odmian pszenicy ozimej, badanych pod kątem przydatności do uprawy w warunkach ekologicznych. Wybrane Zagadnienia Ekologiczne we Współczesnym Rolnictwie red. Z. Zbytek. Monografia, t. 5, PIMR, Poznań, 2008, 268 ss.
- [13] Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 856/2005 z dnia 6 czerwca 2005 r. zmieniające rozporządzenie (WE) Nr 466/2001 w odniesieniu do toksyn *Fusarium*, Warszawa, 2005.
- [14] Solarska E., Mazurkiewicz J., Fajbuś A., Muszyńska M.: Wpływ przedplonu na występowanie trichotecenów fuzaryjnych w jęczmieniu jarym uprawianym w ekologicznym systemie produkcji. J. Res. Appl. Agric. Eng., 2008, 4, s. 74-77.
- [15] Trojanowska K.: Zagrożenia ze strony mikroflory występującej na ziarnie zbożowym i jego przetworach. Prz. Zb.-Młyn., 2002, 2, s. 9-12.