

# Grzyby pleśniowe w kiszonce z kukurydzy

Witold Podkówka

Wyższa Szkoła Ochrony Środowiska w Bydgoszczy

Kukurydza w okresie wegetacji, podobnie jak inne rośliny zbożowe, ulega porażeniu przez grzyby z rodzaju *Fusarium*.

Atakują one wszystkie części roślin. Do porażenia dochodzi w różnych stadiach wegetacji, jednak wilgotna i ciepła druga połowa lata i początek jesieni sprzyja rozwojowi grzybów. W niektórych latach porażenie na polu jest duże. Olenburg (1997) podaje, że odmiany średniowczesne są bardziej narażone niż odmiany średniopóźne.

W procesie kisenia kukurydzy grzyby pleśniowe z rodzaju *Fusarium* giną, nie dochodzi więc do wzrostu ich liczebności. Pozostają natomiast ich metabolity, zwane mikotoksynami, które nie są obojętne dla organizmu zwierzęcego.

Na zielonkach występują również grzyby pleśniowe z gatunków *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Byssochlamys*, *Paecilomyces*, *Monascus* i innych, które dostają się z zakiszaną masą do stosu kisonki. Grzyby te, podobnie jak grzyby z rodzaju *Fusarium*, wytwarzają mikotoksyny. Przy prawidłowo przeprowadzonym procesie zakiszania, grzyby pleśniowe nie mają możliwości rozwoju. Formy wegetatywne grzybów giną, pozostają przetrwalniki, zwane sporami. Kukurydza zebrana na kisonkę z całych roślin w fazie dojrzałości kisonkowej, prawidłowo rozdrobiona, dobrze ubita, szczelnie przykryta w zbiorniku, czy w przyzmiem naziemnej, stwarza niekorzystne warunki do rozwoju grzybów pleśniowych. Wszystkie nieprawidłowości przy zakiszaniu przyczyniają się do ich rozwoju. Prawidłowe wybieranie kisonki ze zbiornika, szczególnie latem, ma istotne znaczenie dla rozwoju grzybów pleśniowych na odkrytej powierzchni stosu kisonkowego, gdyż do rozwoju wymagają one dostępu powietrza, wilgoci i ciepła (Auerbach, 1996).

W kisonkach stwierdzono występowanie ponad 70 gatunków grzybów pleśniowych, które występują mniej lub bardziej licznie i produkują różne metabolity, o zróżnicowanej szkodliwości dla zwierząt. W tabeli 1 podano wykaz gatunków grzybów pleśniowych, które najczęściej występują w kisonkach oraz wytwarzane przez nie mikotoksyny.

Zawartość suchej masy w zakiszanej zielonce z kukurydzy ma istotny wpływ na rozwój grzybów pleśniowych w kisonce. Zakiszanie zielonek o niższej zawartości suchej masy stwarza mniejsze niebezpieczeństwo pleśnienia kisonki. Im wyż-

**Tabela 1**  
Mikotoksyny produkowane przez grzyby pleśniowe (Auerbach, 1992,1996)

Mikotoksyny*	Gatunki grzybów, które je produkują
Zearalenon (ZEA) i pochodna zearalenol	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. nivale</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. crookwellense</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. cerealis</i> , <i>F. trictinum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. poae</i> i inne
Trichothecene, T-2-toxin, HT-2-toxin, diacetoxyscirpenol (DAS), monoacetoxyscirpenol (MAS), scirpentriol (SCT), neosolaniol (NEO), nivalenol (NIV), deoxynivalenol (DON), 3-acetyldeoxynivalenol (3-Ac-DON), 15-acetyldeoxynivalenol (15-Ac-DON), moniliformin, fumonisin, beauvercin, fusarochromanon	<i>Fusarium roseum</i> , <i>F. trinctinum</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. crookwellense</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>F. cerealis</i> , <i>F. verticillioides</i>
Ochratoxin A	<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. melleus</i> , <i>A. sulphureus</i> , <i>Penicillium cyclopium</i> , <i>P. viridicatum</i> , <i>P. palitans</i> , <i>P. verruculosum</i>
Aflatoxine, kojic acid, cyclopiazonic acid	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>
Sterigmatocystin	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>A. nidulans</i> , <i>A. candidus</i>
Fumitremorgens, verruculogen, fumigaclavines, gliotoxin	<i>Aspergillus fumigatus</i>
PR toxin, roquefortin C	<i>Penicillium roqueforti</i>
Alternariol (AOH), altenuen (AE), alternariolmonomethylether (AME), tenuazonic acid	<i>Alternaria alteranata</i> , <i>A. tenuissima</i>
Patulin, byssochlamic acid	<i>Byssochlamys spp.</i> , <i>Paecilomyces varioti</i>
Patulin	<i>Penicillium patulum</i> , <i>P. roquefortii</i> , <i>P. utricae</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. claviforme</i> , <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Byssochlamys nivea</i> , <i>B. fulva</i> , <i>Paecilomyces sp.</i>
Citrinin	<i>Penicillium citrium</i> , <i>P. viridicatum</i> , <i>P. citreo-viride</i> , <i>Aspergillus niveus</i> , <i>A. terreus</i>
Citreoviridin	<i>Penicillium citro-viride</i> , <i>P. ochra-salmoneum</i> , <i>P. pulvulorum</i>
Monacolins, citrinin	<i>Monascus ruber</i>

sza zawartość suchej masy, tym powstają bardziej korzystne warunki do rozwoju grzybów pleśniowych, występują bowiem trudności w ubiciu zakiszanej masy, pozostają wolne przestrzenie między cząstkami masy, w których znajduje się powietrze, niezbędne do ich rozwoju. Grzyby pleśniowe cechują się większą siłą ssącą pobierania wody z substratu niż bakterie kwasu mlekowego. W tych warunkach rozwój bakterii kwasu mlekowego jest ograniczony, natomiast grzyby pleśniowe mają korzystne warunki do rozwoju. Większa zawartość suchej masy w zakiszanej zielonce sprawia, że kiszonka cechuje się wyższym pH, mniejszą zawartością kwasów, a szczególnie lotnych kwasów – octowego, propionowego, walarianowego, kapronowego, które wykazują właściwości antypleśniowe. Przy zakiszaniu zielonek o niższej zawartości suchej masy powstają warunki ograniczające rozwój grzybów pleśniowych. W procesie fermentacji przewagę uzyskują bakterie kwasu masłowego. Duża wodnistość sprzyja powstawaniu kwasu octowego. Łatwość ubicia zakiszanej masy powoduje wyparcie powietrza, które jest niezbędne do rozwoju pleśni. Lotne niskocząsteczkowe kwasy tłuszczowe – octowy, masłowy, propionowy i inne ograniczają rozwój grzybów pleśniowych. Kiszonki o niższej zawartości suchej masy, dużej zawartości kwasu octowego, masłowego i propionowego, o niskim pH, są w mniejszym stopniu narażone na pleśnienie, niż kiszonki o wysokiej zawartości suchej masy. Mając na uwadze wyprodukowanie kiszonki z całych roślin kukurydzy, która spełniałaby wymagania krowy o wysokiej wydajności, jak również byłaby bezpieczna dla jej zdrowia, zaleca się zbierać kukurydzę w fazie dojrzałości kiszonkowej, przy zawartości suchej masy 30-35%.

W celu zapewnienia prawidłowego przebiegu procesu fermentacji i wytworzenia większej ilości lotnych niskocząsteczkowych kwasów tłuszczowych, należy stosować dodatek inkolulantu, zawierającego szczepy bakterii produkujących, oprócz kwasu mlekowego, zwiększone ilości kwasu propionowego. Dobre są dodatki mikrobiologiczno-chemiczne, które w swoim składzie, oprócz szczepów bakterii, zawierają sole niskocząsteczkowych kwasów tłuszczowych.

Niebezpieczeństwo pojawienia się grzybów pleśniowych powstaje w procesie wybierania kiszonki do skarmiania, zwłaszcza przy wysokich temperaturach, tj. w drugiej połowie wiosny i latem. W tym okresie zachodzi konieczność zabezpieczenia kiszonki przed rozwojem grzybów pleśniowych. Zabezpieczenie to polega na

spryskiwaniu specjalnym preparatem ściany wybieranego stosu kiszonkowego.

Grzyby pleśniowe występujące w kiszonce są widoczne – pojawiają się białe plamy lub białe o zabarwieniu czerwonym czy zielonkawoniebieskim. Przy zawartości  $4 \times 10^4$  jtk/g (jtk – jednostki tworzące kolonie) świeżej masy kiszonki, można już wzrokowo stwierdzić występowanie grzybów pleśniowych. Jest to wartość średnia dla wszystkich typów kiszonek. Różnice między poszczególnymi kiszonkami są duże, i tak: dla kiszonki z traw wartość ta wynosi  $1 \times 10^8$  jtk/g, dla kiszonki z kukurydzy –  $1,8 \times 10^8$  jtk/g świeżej masy (Auerbach, 1996).

W badaniach przeprowadzonych we Francji i Włoszech, na 1230 przebadanych kiszonek z kukurydzy, udział poszczególnych rodzajów pleśni przedstawiał się następująco: *Penicillium roquefortii* – 76%; *Monascus* – 31%; *Aspergillus* – 21%; *Byssoschlamys* – 41% i *Paecilomyces* – 27%. Wynika z tego, że w największej liczbie próbek – 76% badanych próbek – występował gatunek *P. roquefortii*, który produkuje mikotoksynę roquefortin C.

W Niemczech, jak podaje Ferevel i wsp. (1985), stwierdzono występowanie *P. roquefortii* w 38% badanych kiszonek, *Mucor* i *Absidia* – 36,4%; *Monascus* – 12,4%, *Scpulariopsis* – 11,6%, *Byssoschlamys* – 10,1%, *Paecilomyces* – 9,3%, natomiast *Fusarium* tylko 1%.

W innych badaniach przeprowadzonych w Niemczech (rejon południowe kraju) na 135 przebadanych kiszonek z ku-

**Tabela 2**  
Występowanie mikotoksyn w kiszonkach z kukurydzy, według różnych autorów

Rodzaj paszy	Mikotoksyny*	Koncentracja (mg/kg)	Autorzy
Kiszonka z całych roślin	zearalenon (ZEA)	0,2	Oldenburg, 1991
		0,1-4,0	Drochner i wsp. 1984
		0,042	Lepom i Weise, 1989
	ochratoxin A	0,005	Gedek i wsp., 1985
		0,01	Oldenburg, 1991
		0,0-20,0	Lloyd, 1980
		do 23	Lepom, 1980
		0,1-4,2	Amend, 1990
		0,23-2,1	Amend, 1990
		1,5-40,0	Escoula, 1974
roquefortin C	0,5-5,0	Rosiles, 1978	
	0,047-28,15	Mrmruster, 1994	
Kiszonka z rozdrobnionych kolb kukurydzy (CCM)	diacetoxyscirpenol (DAS)	0,7-36,2	Auerbach, 1998
		0,875-1,50	Thalmann, 1986
	zearalenon (ZEA)	0,87-1,50	Lepom, 1988
		0,025-0,50	Thalmann, 1986
Ziarno kukurydzy kiszzone	roquefortin C	0,21	Lepom, 1988
		0,086-2,1	Armbuster, 1994
	zearalenon (ZEA)	0,05	Thalmann, 1986
kiszzone	T-2-toxin	0,44	Thalmann, 1986
	HT-2-toxin	0,2	Thalmann, 1986
	T-2-toxin	4,5	Schuh i Baumgartner, 1988

kurydzy, w 30% kiszzonek stwierdzono występowanie *Penicillium roquefortii*, w 19% – *Mucor ruber* i w 9% – *Aspergillus fumigatus*.

W Australii na 455 przebadanych kiszzonek stwierdzono występowanie *Penicillium roquefortii*, *Byssosclamyces nivea*, *Aspergillus glaucus*, *Mucor ruber* w 53,6% badanych kiszzonek. Podobne wyniki uzyskano w Czechach, Japonii, Austrii. Grzybem występującym najczęściej był *P. roquefortii*.

W tabeli 2 podano koncentrację najczęściej występujących mikotoksyn w kiszzonek z całych roślin kukurydzy, CCM i kiszonym ziarnie, według różnych autorów.

Przyjęte w Polsce i w krajach Unii Europejskiej wartości graniczne zawartości mikotoksyn, dotyczą pasz sypkich i zboża przy zawartości 12% wody. Dopuszczalna dla krowy graniczna wartość wynosi 5,0 mg DON i 0,5 mg ZEA na kg paszy. W tabeli 3 podano graniczne wartości mikotoksyn DON i ZEA w paszach dla świń, bydła i drobiu, według zaleceń niemieckich. Wiedner (2001) podaje, że dopuszczalna zawartość DON, w kiszzonek z kukurydzy o zawartości suchej masy 35%, wynosi 0,4 mg/kg świeżej masy.

**Tabela 3**  
**Graniczna koncentracja mikotoksyn – DON (deoxynivalenol) i ZEA (zearalenon) w paszach dla zwierząt, wg zaleceń niemieckich (Michalski, 2006)**

Zwierzęta	DON (mg/kg)	ZEA (mg/kg)
Świnie		
młode loszki	1,0	0,05
tuczniki i maciory	1,0	0,25
Bydło		
cielęta i jałówki	2,0	0,25
jałówki cielne i krowy	5,0	0,5
bydło opasowe	5,0	–
Drób		
kury nioski i brojlery	5,0	–

Występowanie grzybów pleśniowych w kiszzonek jest powszechne. Auerbach (1996) podaje, że w kiszzonek z kukurydzy o zawartości poniżej 35% suchej masy, stwierdzono (organoleptycznie) oznaki zapleśnienia w przypadku 56,5% kiszzonek, natomiast przy poziomie powyżej 35% suchej masy – w przypadku 76,9% badanych kiszzonek.

Ze względu na zróżnicowaną strukturę chemiczną poszczególnych mikotoksyn, detoksykacja jest szczególnie trudna. Proponowane metody detoksykacji przez działanie tlenem, zakwaszanie, alkalizowanie, działanie wysoką temperaturą i ciśnieniem, są możliwe do stosowania w przypadku ziarna zboż i pasz sypkich, w przypadku kiszzonek stosowanie tych metod jest praktycznie niemożliwe. Działanie amo-

niakiem, roztworem kwasu czy ługu, względnie wodorotlenkiem wapnia, ze względów technicznych i ekonomicznych są trudne do wykonania. Zastosowanie absorbentów, jako dodatków paszowych, które mają na celu resorbowanie mikotoksyn i wydalanie ich w kale, jest możliwe, jednak należy liczyć się z działaniem ubocznym, gdyż ten sam efekt może nastąpić w stosunku do witamin, mikroelementów i innych związków biologicznie czynnych.

W procesie kiszzenia może nastąpić biodegradacja mikotoksyn przez inne mikroorganizmy. W badaniach *in vitro* wykazano degradację nivalenolu, DON, ZEA i fumonisiny przy pomocy drożdży *Sacharomyces*, *Kluyveomyces* i *Rhodotrula*. Również niektóre szczepy bakterii kwasu mlekowego: *Lactobacillus salivarius*, *Lactoballus plantarum* i *Lactobacillus lacti* zmniejszają koncentrację fumonisiny, która jest produkowana przez *Fusarium moniliforme*.

Zmiany w ekosystemie mikrobiologicznym, spowodowane odpowiednimi szczepami w procesie kiszzenia, będą podstawową metodą biodegradacji mikotoksyn.

Występujące na zakiszanej zielonce grzyby pleśniowe stanowią niebezpieczeństwo porażenie kiszzonek różnymi mikotoksynami, które mają negatywny wpływ na zdrowie i produktywność zwierząt. Przy produkcji kiszzonek i jej wybieraniu należy tak postępować, by zminimalizować występowanie grzybów pleśniowych. Dlatego zaleca się przestrzeganie następujących zasad:

- ◆ uprawiać odmiany odporne na fuzariozę;
- ◆ wybierać odmiany cechujące się powolnym zasychaniem liści i łodygi, szczególnie przydatne są odmiany kukurydzy o przedłużonej zieloności (stay green);
- ◆ stosować umiarkowane nawożenie azotowe;
- ◆ zbierać kukurydzę w optymalnym terminie dojrzałości dla danej odmiany;
- ◆ w uprawie stosować następstwo roślin zboża/kukurydza, unikać uprawy w monokulturze;
- ◆ maksymalnie szybko dokonać zbioru zielonki z kukurydzy (przy zawartości suchej masy 30-35%) i zakisić, pozostałości po zbiorze kukurydzy rozdrobnić i zaorać;
- ◆ zakiszaną masę dobrze ugniatać w zbiorniku i szczelnie przykryć;
- ◆ stosować dodatki mikrobiologiczno-chemiczne ułatwiające zakiszanie;
- ◆ prawidłowo wybierać kiszzonekę, w ilości niezbędnej do jednorazowego skarmiania;
- ◆ zabezpieczać ścianę stosu kiszzonekowego przed zagrzeniem przez spryskiwanie roztworem preparatu hamującego rozwój grzybów pleśniowych, widoczne gniazda spleśniałej kiszzoneki usuwać;
- ◆ usuwać ze żłobu resztki kiszzoneki lub misku.