

ISSN 1231-9635

Kukurydza

Czasopismo wydawane przez
Polski Związek Producentów Kukurydzy

2(47) 2015



Zbiór i wykorzystanie

Mikotoksyny w ziarnie kukurydzy – okiem praktyka

Fuzarioza kolb jest najgroźniejszą i najważniejszą ekonomicznie chorobą kukurydzy na całym świecie. Zaatakowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. ziarno zwykle zawiera szkodliwe dla zwierząt i ludzi mikotoksyny, np. deoksyniwalenol (DON), niwalenol (NIV), zearalenon (ZEA) i fumonizinę (FUM).

Substancje te są szkodliwe w bardzo małych stężeniach oznaczanych jako część na milion (ppm) lub częściach na miliard (ppb). Wielu plantatorów zbóż i kukurydzy przekonało się, że przekroczenie dopuszczalnych poziomów zawartości mikotoksyn dyskwalifikuje takie ziarno do wykorzystania przez przemysł spożywczy i paszowy, dlatego należy zrobić wszystko aby ograniczyć ryzyko ich występowania.

Oficjalne limity dla ziarna kukurydzy wynoszą:

DON (ziarno kukurydzy): 1,75 ppm

ZEA (ziarno kukurydzy): 0,35 ppm

FUM (ziarno kukurydzy): 4,00 ppm

Co to jest 1 część na milion czyli 1 ppm? Trudno sobie wyobrazić tak małą część, dlatego można to porównać np. do powierzchni, którą przykryje telefon komórkowy o ekranie 4,5 cala (ok. 100 cm²) w porównaniu do 1 hektara.

Mikotoksyny są odporne na działanie wysokich i niskich temperatur oraz środków chemicznych. Akumulują się w ziarnie, zanieczyszczają produkty z nich wyprodukowane i mogą wywoływać wiele chorób u ludzi i zwierząt. Można znaleźć wiele przykładów ich szkodliwego działania, np.: wymioty, problemy z płodnością, immunosupresja (hamowanie procesu wytwarzania przeciwciał i komórek odpornościowych), uszkodzenia nerek, czy też działanie rakotwórcze. Dlatego w EU ustalono dopuszczalne limity ich zawartości i dla ziarna kukurydzy wynoszą one

Co to są mikotoksyny i dlaczego są produkowane przez niektóre grzyby?

Mikotoksyny są to substancje produkowane przez niektóre grzyby (np. przez *Fusarium* spp.), które zanieczyszczają ziarno. *Fusarium* spp. znacząco zwiększa produkcję mikotoksyn pod wpływem różnych stresów. W ten sposób grzyb „broni się” przed innymi grzybami, które próbują osiedlić się na kolbie lub reaguje na

stres temperaturowy. W praktyce kiedy jesienią zbieramy kukurydżę na ziarno, sprowadza się to do zmian temperatury otoczenia. Te zmiany temperatury są coraz większe, a im bardziej opóźniamy zbiory kukurydzy na ziarno. Im później, tym więcej gromadzi się w ziarnie mikotoksyn, jeśli kolby zostały wcześniej zainfekowane przez patogeny grzybowe.

Szczególnie narażone na zanieczyszczenia mikotoksynami są odmiany z grupy średnio-późnej, gdyż pozostają one najdłużej na polu w celu naturalnego dosychania, a jednocześnie są wystawione na działanie niesprzyjających czynników pogodowych jesienią (podczas chłodnych nocy na roślinach osadza się rosa, a w ciągu dnia rośnie temperatura i ponownie powietrze wysycha się parą wodną). Takie zmiany temperatury ze spadkami poniżej 5°C w warunkach wysokiego uwilgotnienia ziarna stwarzają stres dla *Fusarium*, które zwiększa produkcję mikotoksyn. Szczególnie groźne są spadki temperatury poniżej 0°C.

W ziarnie zbieranym po przymrozkach jesiennych oznacza się zwykle kilkukrotnie wyższą zawartość trucizn grzybowych, niż przed nimi. Ich ilość w ziarnie rośnie wręcz lawinowo na skutek silnego stresu jakiemu ulega *Fusarium*!

Warunki infekcji kolb przez *Fusarium* spp.

W sezonie 2014 po zakończonym kwitnieniu kukurydzy i w okresie nalewania ziarna występowały częste opady deszczu. **Koniec kwitnienia kolb, aż do fazy zasychania znamion to okres, kiedy kukurydza jest najbardziej wrażliwa na infekcję przez *Fusarium*.**

Pod koniec kwitnienia znamiona słupków tworzą jakby zwartą kitkę, a pomiędzy jej nitkami powstaje sieć kanalików kapilarnych, przez które jest zasysana do wnętrza młodych kolb woda wraz z zarodnikami infekcyjnymi *Fusarium*, jeśli są tam obecne (fot. 1).

Na skutek coraz powszechniejszych uproszczeń w uprawie gleby i uprawy kukurydzy w monokulturze oraz zaniechania orki na po-

wierzchni gleby znajdują się resztki słomy kukurydzianej, które są doskonałym miejscem dla masowej produkcji zarodników infekcyjnych *Fusarium*.

Przez cały sezon te zarodniki są przenoszone przez wiatr i wodę na rośliny kukurydzy – w tym na znamiona kolby, skąd mogą dostać się wraz z wodą do wnętrza każdej kolby.

Omacnica prosowianka przenosi zarodniki *Fusarium* spp.

Większe nasilenie omacnicy prosowianki i fuzariozy kolb to skutek coraz powszechniejszych uproszczeń i uprawy kukurydzy w monokulturze. Brak rozdrabniania resztek poźniwnych (przeżywają gąsienice omacnicy) i walki biologicznej lub chemicznej z omacnicą sprawia, że szkodnik ten staje się głównym nośnikiem zarodników *Fusarium* spp. Gąsienice omacnicy przenoszą na swoim ciele zarodniki grzyba z powierzchni roślin i wgryzając się do kolb lub łodyg wywołują miejscową infekcję tym patogenem.

Należy pamiętać, że głównym powodem silnej presji infekcyjnej zarodników wywołujących fuzariozę kolb są pozostawione na powierzchni gleby resztki poźniwne kukurydzy, na których wyrastają kępkowate łożyska zarodników konidialnych, a samo rozdrobnienie ścierni i słomy, które w większości zniszczy zimujące gąsienice omacnicy, ale bez ich dokładnego przyorania, nie zapobiega infekcji *Fusarium* spp. w kolejnym sezonie, jeśli tylko wystąpią sprzyjające ku temu warunki po kwitnieniu kukurydzy.

Kolba, ziarno, łodyga, osadka – w zasadzie każda część rośliny może zostać zainfekowana niezależnie od fazy rozwojowej, jeśli czynnie przyczynią się do tego gąsienice omacnicy prosowianki, dlatego **problemu fuzariozy kolb i omacnicy prosowianki nie należy rozdzielać.**

Zarodniki *Fusarium* spp. mogą być biernie przenoszone z wiatrem na duże odległości, ale zawsze największe ich stężenie jest na polu, gdzie rok wcześniej występowało porażenie fuzariozami łodyg lub kolb, a słoma pozostała na powierzchni gleby.

Przyoranie rozdrobnionych i zwapnowanych resztek poźniwnych to najskuteczniejszy sposób ograniczenia presji zarodników infekcyjnych *Fusarium* w kolejnym sezonie. Warto również zachęcać do tego sąsiadów, gdyż ograniczymy wtedy przenoszenie zarodników z sąsiednich pól.

W celu przyspieszenia rozkładu słomy kukurydzianej i zneutralizowania działania powstających podczas jej rozkładu kwasów organicznych zaleca się rozsypać wapno (np. węglanowe lub kredę) na słomę w ilości 500 – 1000 kg/ha w przeliczeniu na CaO, co w praktyce oznacza 1,5-2,5 t/ha wapna węglanowego odmiany 04 i wymieszać je płytko z glebą przed dokładnym przyoraniem słomy.

Zapobieganie występowaniu fuzarioz kolb i zmniejszenie ilości mykotoksyn w ziarnie przed zbiorem

1. Zmianowanie – pamiętajmy, że ten sam gatunek grzyba *Fusarium* może atakować kukurydzę i pszenicę. Należy pomiędzy tymi roślinami, jeśli to możliwe, uprawiać roślinę niezbożową.



Fot. 1. Faza od końca kwitnienia kolb do zasychania znamion to najbardziej wrażliwa faza rozwojowa na infekcję fuzariozami kolby

Po kukurydzy zbieranej na ziarno warto wybrać odmiany pszenicy o podwyższonej tolerancji na fuzariozę.

2. Rozdrabnianie i przyorywanie resztek poźniwnych z wapnem węglanowym lub kredą ułatwia rozkład resztek słomy i tworzenie próchnicy, a grzyb *Fusarium* w glebie jest poddany presji innych mikroorganizmów glebowych i nie rozwija się tak intensywnie jak na mokrej słomie pozostawionej na powierzchni gleby. Utrudnione jest rozprzestrzenianie się zarodników infekcyjnych w porównaniu do sytuacji, gdy kępki grzyba rosną na słomie na powierzchni gleby.
3. Zbilansowanie nawożenia potasem i fosforem utrzymuje rośliny w dobrej kondycji, a to zwiększa ich naturalną odporność. Przenawożenie azotem zwiększa podatność kukurydzy na infekcje grzybowe.
4. Uprawa odmian wczesnych i średnio wczesnych, które umożliwiają zbiór suchego ziarna w sprzyjających warunkach termicznych. W praktyce w ziarnie ze zbieranych wcześniej plantacji poziomy zawartości mikotoksyn rzadko przekraczają dopuszczalne normy, a jednocześnie bardzo często stwierdza się przekroczenie tych norm w ziarnie zbieranym zbyt późno, np. w listopadzie lub grudniu. Jeśli były sprzyjające warunki do infekcji fuzariozami lub na plantacji licznie występowała omacnica prosovianka to nie należy zbyt opóźniać zbioru – w ciągu 2-3 tygodni od fazy czarnej plamki powinno się zakończyć zbiór. Jeśli wystąpiły przymrozki, a stwierdziliśmy porażenie kolb grzybami to należy maksymalnie przyspieszyć zbiór, gdyż każdy dzień zwłoki to prawdopodobnie suchsze ziarno, ale jednocześnie silniej porażone przez mikotoksyny.
5. Zalecana jest szczególna staranność podczas doprawiania gleby przed siewem. Należy unikać wiosennych orów, gdyż gleba powoli i nierówno osiada, co w warunkach braku wody skutkuje bardzo nierównymi wschoda-

mi. Równomierne wschody roślin w rzędzie sprawiają, że kolby są wyrównane w wielkości i wilgotności. W przypadku, gdy wschody są nierówne i niektóre rośliny kielkują, gdy inne mają już 2 liście, to te opóźnione będą mniejsze aż do zbioru na skutek konkurencji pomiędzy sąsiednimi roślinami: dadzą o ok. 30% niższy plon, a co najgroźniejsze – będą bardziej wilgotne i silniej porażone przez grzyby. Ziarno z takich kolb potrafi „zepsuć” całą partię ziarna z danego pola. Dla zobrazowania powagi problemu warto sobie uświadomić, że dla osiągnięcia 1 ppm mikotoksyn w 10.000 tonach ziarna kukurydzy wystarczy ilość mikotoksyn równa masie około 30 ziaren kukurydzy, co oczywiście nie oznacza, że 30 zainfekowanych ziaren zdyskwalifikuje nam tak dużą partię ziarna, jednak już pojedyncze zainfekowane kolby mogą przyczynić się do znacznego wzrostu oznaczanego poziomu mikotoksyn.



Fot. 2. Resztki słomy na powierzchni gleby to źródło zarodników infekcyjnych *Fusarium* spp., które są przenoszone z wiatrem



Fot. 3. Omacnica wgryzając się do łodygi przenosi również zarodniki *Fusarium* spp., które rozwijając się osłabia strukturę tkanek – widoczne szare przebarwienia to skutek działania grzyba

6. Ochrona chemiczna w fazie końca kwitnienia kolb jest również możliwa, ale ma sens jedynie wtedy, gdy zwalczana była omacnica prosowianka i dysponujemy szczudłowym opryskiwaczem, aby nanieść ciecz roboczą na znamiona kolb pod koniec kwitnienia kukurydzy. Praktycznie niemożliwe jest połączenie zabiegów przeciwko omacnicy i fuzariozom ze względu na różne terminy.



Fot.4. Larwa omacnicy wgrzyzając się przez liście okrywowe do kolb przyczynia się do zwiększenia nasilenia fuzariozy kolb

Ograniczanie ryzyka rozwoju pleśni i produkcji mikotoksyn po zbiorze

1. Ograniczenie uszkodzeń ziarna podczas omlotu (zmniejszenie obrotów bębna młócającego).
2. Unikanie składowania wilgotnego ziarna na pryzmach przed suszeniem. Stanowczo odradzam pozostawienie wilgotnego ziarna „aby się zagrzało, bo wtedy łatwiej się suszy”. Niestety, ale zwykle nie zauważymy, że na ziarnie rozwinie się pleśń, która może produkować mikotoksyny.
3. Wstępne czyszczenie ziarna przed przechowywaniem, aby odseparować drobne części, które są zwykle silniej zainfekowane (uszkodzenia twardej okrywy owocowo-nasiennej tzw. skórki).
4. W zależności od planowanego czasu składowania uzyskanie równomiernych 14% wilgotności ziarna, co w praktyce oznacza suszenie do wilgotności poniżej 14%.
5. Dokładne wyczyszczenie miejsc przechowywania ziarna, aby uniknąć sytuacji, gdy na stare i często zainfekowane ziarno sypane jest to z bieżących zbiorów.
6. Suche ziarno przeznaczone na paszę można dodatkowo zabezpieczyć inhibitorami rozwoju grzybów np. kwasem propionowym, mrówkowym i octowym (lub ich mieszaniną). Kwasy te nie zlikwidują mikotoksyn, jeśli będą już obecne w ziarnie, ale we właściwych dawkach zapobiegają rozwojowi bakterii i grzybów. Pamiętajmy, że zbiorniki na zboże nie są izolowane i tzw. punkt rosy bardzo często występuje wewnątrz zbiornika zasypanego zbożem. Skutkuje to tym, że w tym miejscu skrapla się para wodna z powietrza i miejscowo rośnie wilgotność ziarna.
7. Zastosowanie inaktywatorów mikotoksyn, jeśli te są sprawdzone w praktyce może być również

sposobem na obniżenie zawartości tych trucizn grzybowych, jednak należy pamiętać, że mikotoksyny to bardzo złożone związki chemiczne i stabilne w różnych warunkach przez co są bardzo trudne do neutralizacji chemicznej.

8. Niektóre z metod konserwacji ziarna (zakiszanie mokrego ziarna) może maskować obecność mikotoksyn, ale nie oznacza to, że znikają one z produktu, tylko że mogą być trudniej wykrywane.
9. Fermentacja alkoholowa nie rozkłada aflatoxin, zearelonu i fumizyn, dlatego ich zawartość w wywarze gorzelnianym rośnie w porównaniu do zawartości w ziarnie użytym do produkcji alkoholu.

W podsumowaniu zachęcam do dokładnego rozdrabniania resztek poźniwnych, wapnowania ścierniska po kukurydzy na ziarno i dokładnego przykrycia resztek słomy orką jesienną. W ten sposób – jeśli będziemy to robić wszyscy – ograniczymy presję omacnicy prosowianki i zarodników infekcyjnych wywołujących fuzariozę kolb.

Zachęcam plantatorów kukurydzy do zapisania się do Klubu Plantatorów Kukurydzy CULTIVENT pod adresem www.cultivent.pl, gdzie znajdą Państwo aktualne porady na temat kukurydzy, a o najważniejszych bieżących tematach związanych z kukurydzą członkowie Klubu są informowani regionalnie drogą mailową.

*dr Adam Majewski
Agroservice Kukurydza
KWS Polska Sp. z o.o.*