

Проблема мікотоксинів в кукурудзі!



Акулов О.Ю.,

Заслужений працівник освіти України, канд. біол. наук, доцент кафедри мікології та фітоімунології Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна

Однією з дуже гострих і водночас недооцінених в Україні проблем є проблема мікотоксинів. Мікотоксини являють собою вторинні метаболіти мікроскопічних грибів, які накопичуються в продуктах харчування і є небезпечними для людини і тварин.

Основним джерелом мікотоксинів є продукти рослинництва, які були заселені токсигенними грибами під час вирощування, збирання, зберігання або переробки врожаю. Натомість існують мікотоксини, що накопичуються в продуктах тваринництва – молоці, сирі або навіть м'ясі тварин, які вживали контаміновані токсигенними грибами корми.

Здатність синтезувати токсичні метаболіти притаманна багатьом видам макро- і мікроскопічних грибів. Незважаючи на те, що слово «мікотоксин» дослівно перекладається як «грибний токсин», цей термін можна застосувати далеко не до всіх отрут грибного походження.

Для того щоб речовину можна було назвати мікотоксином, вона повинна відповідати чотирьом вимогам:

- бути низькомолекулярною органічною речовиною,
- продукуватися мікроскопічними грибами,
- проявляти токсичні властивості по відношенню до людини та інших хребетних тварин
- діяти навіть у відносно невеликих концентраціях.

Історія питання

Той факт, що мікотоксини є постійною і серйозною загрозою здоров'ю людини і тварин люди усвідомили відносно недавно. Вагомим стимулом, який спровокував сплеск токсикологічних досліджень у другій половині XX ст. стала загадкова загибель 100 тисяч індиків на одній з птахофабрик Великобританії у 1960 р. В результаті проведених досліджень, було встановлено, що птахи отруїлися грибним токсином афлатоксином, який містився в комбікормі. Одним з компонентів комбікорму, яким годували птахів, була арахісова мука, а плоди арахісу, імпортованого з Бразилії, були колонізовані цвілевим грибом *Aspergillus flavus* і містили отруту. Власне кажучи, термін «мікотоксин» був запроваджений у 1962 р. після встановлення причин цієї ветеринарної кризи.



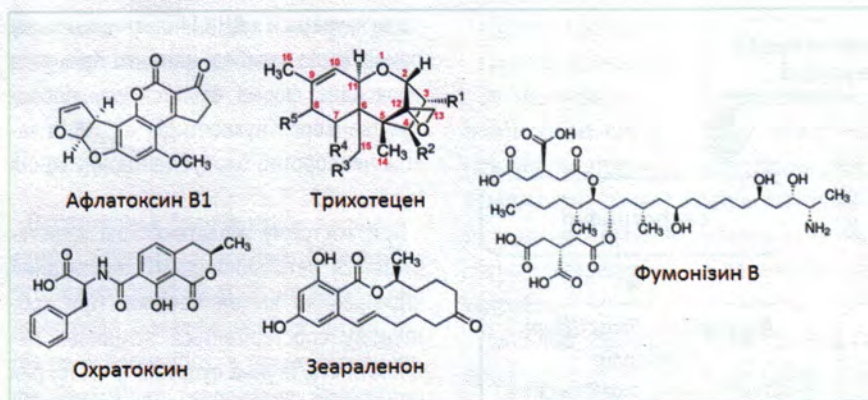
Хімічна природів мікотоксинів та негативний вплив

За своєю хімічною природою і дією на організм жертви мікотоксини є дуже різноманітними. Серед них є загальнотоксичні, нефротоксичні, гепатотоксичні, імуносупресивні, гормоноподібні, канцерогенні та мутагенні речовини.

Залежно від вмісту, вживання мікотоксинів може призвести до гостро-

Таблиця 1. Найбільш поширені мікотоксини та ознаки їх наявності в організмі свиней. Джерело – журнал Farmer, № 3 (75) березень 2016 року

Мікотоксин	Рід грибів	Ознаки
Афлатоксин	<i>Aspergillus</i> (складські гриби)	Відставання в рості; ослаблення імунної системи; ураження печінки
Охратоксин А	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> (складські гриби)	Низькі прирости живої маси; ураження печінки; підвищене споживання води
Заараленон	<i>Fusarium</i> (польові гриби)	Порушення репродуктивної функції; набряк і почервоніння статевих органів; муміфікація плоду; низька здатність кнурів до запліднення
Тризотицени Т2-токсин Дезоксиніваленол Вомітоксин	<i>Fusarium</i> (польові гриби)	Відмова від корму; блювота; низькі прирости живої маси; ослаблення імунної системи
Фумонізін	<i>Fusarium</i> (польові гриби)	Набряк легень; ураження печінки; ураження нирок



- Охратоксин А пов'язаний із хронічними захворюваннями нирок.
- Коротка інформація про найбільш поширені та небезпечні мікотоксини узагальнена в таблиці.

Як видно з таблиці, кукурудза є дуже сприятливим субстратом для розвитку токсигенних грибів. Тому кукурудзяне зерно, комбікорми та силос можуть містити широкий спектр мікотоксинів.

Класифікація: продовження

Гриби, які виробляють мікотоксини, умовно можна поділити на фітопатогенні, які заражають живі рослини під час вегетації та сапротрофні, які колонізують врожай у разі його невчасного збирання або порушень вимог транспортування та зберігання.

Серед мікотоксигенних грибів найбільш поширеними та небезпечними є представники родів *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria* та *Penicillium*.

З них фузарії зазвичай починають колонізувати рослини як паразити, а завершують як сапротрофи; решта є сапротрофами, тобто колонізують рослини кукурудзи від моменту, коли розпочинається їх

го отруєння (навіть смерті) або мати довгостроковий негативний вплив на здоров'я. Гострі мікотоксикози спричиняються великими дозами токсинів і трапляються не дуже часто. Значно частіше спостерігається постійне вживання незначних доз токсинів, наслідком чого є виникнення хронічних хвороб кишківника, нирок та печінки, порушення роботи імунної системи, гормональні розлади, а також виникнення онкологічних захворювань.

Станом на цей час охарактеризовано приблизно 400 мікотоксинів, але їх перелік ще далеко не повний і з кожним роком описуються нові. У 2004 р. була започаткована всесвітня програма дослідження забруднення продуктів харчування та кормів мікотоксинами. В результаті аналізу майже 20 тисяч зразків продукції з різних регіонів Земної кулі було встановлено, що 72% проб були колонізовані токсигенними грибами, при цьому 38% зразків містили суміш двох або більше мікотоксинів.

Найбільш поширені мікотоксини

Найбільш поширеними мікотоксинами є афлатоксини, фумонізени, деоксініваленон, зеараленон та охратоксин А.

- Афлатоксини є причиною виникнення раку печінки, а також уповільнюють розвиток дитини.
- Фумонізени пов'язані з раком стравоходу та дефектами центральної нервової системи.
- Деоксініваленон та інші трихотецени мають імунотоксичні властивості, а також спричиняють гастроентерит.
- Зеараленон призводить до суттєвих розладів гормональної системи.

Мікотоксини	Гриби продуценти	Контаміновані продукти
афлатоксини	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>	кукурудза, арахіс, лісові горіхи, колосові злаки, молоко
фумонізени	<i>Fusarium verticilloides</i> (=F. moniliforme), <i>F. proliferatum</i>	кукурудза
охратоксин А	<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. carbonarius</i> , <i>Penicillium verrucosum</i>	кукурудза, колосові злаки, фрукти та соки, кава, вино
трихотецени (DON, T-2)	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. crookwellense</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. tricinctum</i> , <i>F. acuminatum</i>	кукурудза, колосові злаки
зеараленон	<i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i>	кукурудза, колосові злаки

Увага! Акція!

DUPONT

**Подорож до Алгарве (південна Португалія)!
На узбережжя океану з інсектицидами Ексірель® та Верімарк®!**

Отримайте нагоду потрапити до групи, виконавши умови:

- Придбання 60 л інсектициду Ексірель® або 30 л Верімарк® дає Вам один шанс прийняти участь у розіграві.
- За умови придбання від 120 л Ексірель® або 60 л Верімарк® – отримайте гарантовану подорож!
- Препарати мають бути придбані до 1 серпня 2016 року.

Подорож відбудеться у вересні 2016 року.

ТОВ «Дюпон Україна» залишає за собою право змінювати умови акції на власний розсуд.

Більш детальну інформацію ви можете знайти на сайті zsr.dupont.ua



природне відмирання. Спеціалізованим продуцентом мікотоксинів на кукурудзі також є збудник диплودیозу (сухої гнилі) – гриб *Diplodia maydis*, який продукує нейротоксини. Нижче буде наведено коротку характеристику основних мікотоксинів, що трапляються у кукурудзі.

Афлатоксини

Основним продуцентом афлатоксинів є пліснявий гриб аспергіл жовтий (*Aspergillus flavus*). Власне, від латинської назви цього гриба і походить назва всієї групи токсинів. Група афлатоксинів містить кілька близьких за хімічною структурою сполук: B1, B2, G1 і G2. Назви афлатоксинів визначаються їх положенням на хроматограмі і забарвленням в променях ультрафіолету. Наприклад, перша смужка синього кольору відповідає афлатоксину B1 (від англ. «blue» – синій). Подібним чином, друга смужка зеленого кольору відповідає афлатоксину G1 (від англ. «green» – зелений). Серед перерахованих вище, найбільш поширеним і не-

безпечним є афлатоксин B1.

Афлатоксини накопичуються в різних продуктах рослинного походження. Сучасні дослідження показали, що приблизно чверть врожаю зернових культур у світі містить афлатоксини. Нерідко афлатоксини залишаються і в продуктах переробки рослинної сировини.

Афлатоксини – одні з найбільш підступних мікотоксинів, через те що вони здатні накопичуватися не лише в рослинних продуктах, але і в молоці. Встановлено, що якщо корова їсть контаміновані аспергілом жовтим корми, афлатоксин B1 трансформується в афлатоксин M1 (від англ. «milk» – молоко) і накопичується в молоці.

Вплив афлатоксинів на організм є доволі різноманітним: токсичний, мутагенний, тератогенний, канцерогенний та ембріотоксичний. Основний орган-мішень – печінка. Встановлено, що цитохром P450-оксидаза печінки переводить афлатоксини в форму 8,9-епоксидів. У цій формі афлатоксини мають високу біологічну активність і здатні необорот-

но зв'язуватися з ДНК і білками, що може привести до загибелі клітини. Крім того епоксидна форма афлатоксину провокує транверсії нуклеотидів в ДНК, а також необоротно блокує ген придушення пухлин p53.

При гострому афлатоксикозі спостерігається летальний ефект, викликаний відмиранням клітин печінки. При хронічному спостерігається печінкова недостатність, імунна супресія і, часто, рак печінки. Доведено, що афлатоксини – основна причина виникнення раку печінки. У країнах з низькою культурою землеробства частота виникнення раку печінки в 20 разів вище, ніж у розвинених.

Фумонізینی

Фумонізینی були вперше описані і охарактеризовані у 1988 р. Свою назву вони отримали від латинської назви гриба-продуцента – *Fusarium moniliforme* (сучасна назва цього гриба *Fusarium verticillioides*). Фумонізینی можуть бути виявлені в різних продуктах рослинного походження. Найчастіше це кукурудза, колосові злаки, просо і сорго.

Найбільш поширеним і небезпечним представником фумонізинів є фумонізин B1. Ця речовина порушує синтез сфінголіпідів, які беруть участь у формуванні мембран нервових клітин. Вживання фумонізинів провокує ряд захворювань нервової системи, зокрема, лейкоенцефаломалацію. Показано, що часте вживання навіть малих доз фумонізинів може спричинити розумову відсталість у дітей. Крім цього, фумонізینی є канце-

«До південної Португалії з інсектицидами Ексірель® та Верімарк®!»

DU PONT

Назва господарства _____

Поштова адреса _____

Телефон/факс _____

моб. тел. _____

E-mail _____

ПІБ _____

Посада _____

Кількість придбаного Ексірелю®: _____

л (_____

М.П. _____

прописом) л _____

Кількість придбаного Верімарку®: _____

л (_____

прописом) л _____

ПІДПИС _____

Дистрибутор _____

Купони, затверджені печаткою офіційного дистрибутора, приймаються до 01 серпня 2016. Визначення переможців відбудеться 04 серпня 2016 р. Переможці будуть визначатися спеціальною комісією, яка складатиметься з дистрибуторів, юристів та представників ТОВ «Дюпон Україна».

Я ознайомлений з тим, що вищезазначена мною інформація буде занесена до електронної бази даних ТОВ «Дюпон Україна» Salesforce.com для використання з маркетинговою метою без розголошення третім особам, і своїм підписом, відповідно до Закону України «Про захист персональних даних», я надаю згоду на обробку своїх персональних даних ТОВ «Дюпон Україна», а саме: особисті відомості, дані щодо місця роботи та займаної посади, контактні дані.

рогенними речовинами і можуть спровокувати виникнення раку стравоходу і кишківника.

Охратоксини

Охратоксини були вперше виділені з гриба аспергіл вохряний (*Aspergillus ochraceus*) у 1965 р. У наступні роки вони були виявлені у цілої низки видів роду *Aspergillus*, а також деяких видів *Penicillium* (наприклад, *Penicillium verrucosum*). Існує кілька різних охратоксинів (А, В і С), найбільш небезпечним з яких є охратоксин А.

Охратоксин А може накопичуватися в різних рослинних продуктах: зерні кукурудзи та колосових злаків, рисі, каві, винограді. Охратоксин А порушує транспорт амінокислоти фенілаланіну і синтез АТФ в мітохондріях, а також стимулює перекисне окислення ліпідів в мембранах. Крім того, охратоксини є потужними імуносупресантами, тератогенами та канцерогенами.

Найбільш уражуваним органом під впливом цього токсину є нирки. Відносно недавно було доведено, що саме охратоксин А є основною причиною так званої «кендемічної Балканської нефропатії» – хронічного нефриту у жителів Румунії, Болгарії та колишньої Югославії. Це захворювання обумовлено частим вживанням жителями Балкан вин домашнього приготування, які містять охратоксини.

Трихотецени

Трихотецени є найбільш великим і різноманітним класом мікотоксинів. Ці токсини синтезуються грибами з родів *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichothecium* та ін. Перший представник цієї групи токсинів був виділений у 1948 р. з гриба *Trichothecium roseum*.

Всі трихотеценові токсини є сесквітерпенами і залежно від структури молекули поділяються на 4 групи: А, В, С і D:

група А: Т-2 токсин, діацетоксі-скірпенол та ін.

група В: трихотецин, деоксініваленон, ніваленон та ін.

група С: рорідин А

група D: кротовин.

За механізмом дії всі трихотецени є інгібіторами синтезу білку. Вони мають загальнотоксичну дію і спричиняють різноманітні захворювання внутрішніх та зовнішніх органів: переважно імунологічні, неврологічні та дерматологічні хвороби.

Найбільш поширеним трихотеценом на кукурудзі є деоксініваленон (ДОН). При потрапленні в організм жертви цей токсин часто викликає головний біль, запаморочення, нудоту, блювоту і понос, тому для найменування цієї речовини подеколи використовують назву-синонім – блювотний токсин або vomitoxin. Тварини, що вживали корми з деоксініваленом часто втрачають апетит і майже не набирають вагу.

Трихотецени є одними з найбільш небезпечних для людини мікотоксинів. Деякі з них були взяті за основу при розробці зброї масового знищення.

Зеараленон

Зеараленон отримав назву від латинської назви гриба *Gibberella zeae*, який зазвичай колонізує кукурудзу (*Zea mays*). Цей гриб більш відомий за назвою нестатевої стадії – *Fusarium graminearum*. Фітопатогенний гриб здатний колонізувати різноманітні злаки, але основним субстратом є саме кукурудза.

У порівнянні з іншими мікотоксинами, зеараленон – відносно малотоксична сполука. Напівлетальна доза цього токсину для ссавців (LD50) становить приблизно 10 міліграмів / кг. Ймовірність гострого отруєння людини або тварини цим токсином вкрай мала, але це не є свідченням того, що цей токсин не здатен завдати великої шкоди.

Зеараленон є структурним аналогом жіночих статевих гормонів, так званим мікоестрогеном (або грибним естрогеном). Цей токсин має виражені проти-заплідні і абортівні властивості, значно порушує гормональний баланс, а також знижує фертильність у чоловіків та жінок. Вживання цього токсину свійськи-



DuPont™
Аканто Плюс®
фунгіцид

Потенційний врожай стає досяжним!

З Аканто Плюс® потенційний врожай може бути не лише досяжним, але і абсолютно реальним

Якщо Ви успішні в соєвому бізнесі, Ваш фунгіцидний захист має відповідати найвищим вимогам. Беззаперечне поєднання «зарядженості» фунгіцидними властивостями та виключна сила фізіологічного ефекту — ось що відрізняє Аканто Плюс® з-поміж інших. І саме це поєднання забезпечує максимальний коефіцієнт корисної дії.

Дізнайтеся більше на www.zzz.dupont.ua

ми тваринами негативно впливає на продуктивність тваринництва.

Альтернарієві токсини

Основним продуцентом альтернарієвих мікотоксинів є напівсапротрофний гриб *Alternaria alternata* (= *A. tenuis*). Альтернарієві токсини мають сильні цитот- та ембріотоксичні властивості, є мутагенами та канцерогенами. Зокрема вони спричиняють захворювання суглобів (хвороба Кашина-Бека), нейропсихологічні розлади, відмирання клітин нирок, печінки та нервової системи, а також є однією з причин виникнення раку стравоходу.

Нейротоксини *Diplodia maydis*

Мікотоксини фітопатогенного гриба *Diplodia maydis* були описані зовсім нещодавно. У 2011-2014 рр. було встановлено, що цей вид здатен продукувати небезпечні нейротоксини: диплонін, диплодіатоксин та хетоглобозин К. Наявність цих токсинів призводить до дегенерації білої речовини мозочка та поступової атрофії мозку. У великої рогатої худоби, овець та кіз, що вживають ці токсини, виявлені порушення апетиту (атаксія), порушення координації дій, тремор м'язів та парез. Враховуючи на те, що гриб *D. maydis* окрім ураження качанів кукурудзи спричиняє стеблову

гниль, ці токсини можуть бути присутні у силосі.

Висновки та рішення

Забруднення харчових продуктів та кормів мікотоксинами є глобальною проблемою, але найбільш гострою – в країнах з низькою культурою землеробства. Для запобігання розвитку мікотоксигенних грибів на кукурудзі важливими заходами є підбір якісного насіннєвого матеріалу, сівозміна, контроль розвитку шкідників, своєчасне збирання врожаю (запобігання перестою врожаю в полі), якісне та своєчасне висушування зерна, а також застосування фунгіцидів.

Корпоративне видання ТОВ "Дюпон Україна"



Зелені Сторінки

Інформаційний бюлетень компанії "Дюпон"

Червень 2016