

МІКРОБІОЛОГІЯ

УДК 636.598.619: 616

**КОНТРОЛЬ МІКОТОКСИНІВ У КОРМАХ І ЇХ ЗНЕШКОДЖЕННЯ**

**О. Брезвин<sup>1</sup>, В. Отчич<sup>2</sup>, І. Коцюмбас<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок  
вул. Донецька, 11, Львів 79019, Україна  
e-mail: brezvun@gmail.com

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна  
e-mail: viraotchych@gmail.com

У статті проаналізовано результати мікотоксикологічних досліджень кормів за 5 років (2008–2012), які виявили, що 35–45% зернових кормів були уражені потенційно небезпечними мікроскопічними грибами родів *Fusarium* Link, *Alternaria* Nees, *Rhizopus* Ehrenb., *Mucor* Fresen., *Aspergillus* P. Micheli ex Link та *Penicillium* Link. Найпоширеніші методи дезінтоксикації мікотоксинів у тваринництві засновані на використанні з ураженим кормом сорбентів. Вивчено *in vitro* рівень сорбуючої здатності сорбентів щодо різних мікотоксинів. Встановлено, що ефективний сорбент має бути комплексний, здатний нейтралізувати комбінацію різних мікотоксинів, а найважливішим критерієм його оцінки є безпечність для тварин.

*Ключові слова:* мікотоксикологічні дослідження, мікроскопічні гриби, мікотоксини, кормова сировина, сорбенти.

Сучасне законодавство України та Європейського Союзу піднімає рівень вимог щодо якості й безпечності кормів і кормової сировини. Одне із чільних місць у комплексі контролю санітарної безпеки кормів і діагностики отруєнь тварин займає фізико-хімічний аналіз, у тому числі методи визначення мікотоксинів у кормах.

Літературні дані свідчать, що проблема поширення мікотоксинів у світі, їх негативний вплив на якість кормів і розробка ефективної системи боротьби з мікотоксикозами є надзвичайно актуальною та не вирішеною і досі. Успіх боротьби з мікотоксикозами на практиці багато в чому залежить від своєчасного системного дослідження кормової сировини. Саме тому вирішення проблем розробки сучасних експрес-методів дослідження кормів, інформованість про рівень вмісту мікотоксинів у кормах допоможе прийняти рішення про подальше використання корму та доцільність застосування різних засобів дезінтоксикації [6].

Оскільки повністю виключити утворення цих токсичних сполук у кормовій продукції неможливо, то для їх регламентування встановлюють максимально допустимі рівні. Основою цієї системи є гігієнічне нормування, покликане запобігти реалізації продукції, небезпечної для здоров'я людей і тварин. Гігієнічні нормативи мають не тільки санітарне значення, а й відіграють важливу роль у міжнародній торгівлі. У зв'язку з цим виникає потреба гармонізації вітчизняного законодавства в галузі гігієнічного нормування з аналогічними міжнародними правовими актами, в першу чергу, з актами Європейського Союзу [9].

Найменш дослідженою, але доволі розповсюдженою групою небезпечних мікотоксинів є фумонізени.

Фумонізини – токсичні продукти життєдіяльності грибів роду *Fusarium* Link [3]. Уперше виділені в 1988 р., на сьогодні відомо понад 28 аналогів, їх розділяють на чотири групи: А, В, С, D, з яких найтоксичнішою є група В. Ці токсини впливають на синтез ліпідів у нервових клітинах. Токсичність фумонізинів заснована на структурній подібності зі сфінгоосновами сфінгозином і сфінганіном. Вони є інгібіторами ключового фермента в ліпідному метаболізмі, викликають апоптоз у клітині, а також володіють мутагенними та канцерогенними властивостями. При цьому національні максимально допустимі рівні (МДР) для цих токсинів не встановлені [8].

Метою наших досліджень було вивчити розповсюдженість мікроміцетів у зерновій сировині та кормах західного регіону України й охарактеризувати фізико-хімічні властивості сорбентів щодо різних мікотоксинів.

#### Матеріали та методи

Експериментальні роботи виконувалися згідно з методичними рекомендаціями «Токсикологічний контроль кормів і кормових добавок», затвердженими Державним департаментом ветеринарної медицини Міністерства АПК України (1997) та згідно з методиками, викладеними у монографії «Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів» (2006) [11, 5]. Мікологічні дослідження кормів проводили згідно з методичними вказівками «Санітарно-мікологічна оцінка та поліпшення якості кормів», затвердженими Державним департаментом ветеринарної медицини Міністерства АПК України № 15-14/73 від 6 березня 1998 р. [1, 7].

У роботі використовували мікотоксини патулін, афлатоксин, фумонізини, зеараленон, ДОН та Т-2 токсин, отримані від фірми Sigma, США. В експериментах для моделювання Т-2 токсикозу застосовували кристалічний Т-2 токсин, отриманий у лабораторії мікотоксикології Інституту птахівництва НААН України з культури гриба *Fusarium sporotrichioides* Sherb. [10, 11].

Кормову сировину для моніторингу відбирали в господарствах Львівської, Рівненської, Волинської, Тернопільської, Чернівецької та Івано-Франківської областей.

Для інструментальних методів досліджень використовували систему ВЕРХ, імуноафінні колонки Fumoniprep® USING HPLC (R-Biopharm, Німеччина); ТШХ проводили на пластинках «Merck» [5].

Вивчення сорбційної здатності [2] сорбентів різних груп *in vitro* здійснювали на препаратах вітчизняного виробництва (альфасорб, кормосан, вугілля активоване) та іноземного (чек-о-токс, клінофід, bagacid, toxidex-premix, екосорб). Початкову кількість сорбенту брали відповідно до рекомендованої виробником дози та змішували її з максимально допустимою дозою мікотоксинів, а саме: афлатоксину В<sub>1</sub> (0,1 мг); патуліну (0,5 мг); стеригматоцистину (0,6 мг); Т-2 токсину (0,2 мг); зеараленону (3 мг) та ДОНу (1 мг) при постійному перемішуванні за температури 37°C. При цьому враховували термін перебування корму в шлунку і значення рН середовища. Після цього методом декантації відокремлювали надосадову рідину і визначали величину сорбції – загальну кількість токсинів, сорбованих за час перебування корму в шлунку, що дорівнювала різниці між кількістю токсину у вихідній пробі корму та кількістю токсину в надосадовій рідині, відокремленою після інкубації в кислому середовищі. В подальшому до осаду додавали рідину, що імітувала сік кишечника (буфер PBS з рН=7,4). При цьому, постійно помішуючи за температури 37°C (моделювали час перебування корму в кишечнику і значення рН середовища), надосадову рідину досліджували на вміст мікотоксинів методом ТШХ та ІФА.

### Результати і їхнє обговорення

Проведений моніторинг охопив незначну частку всього виробітку кормової сировини, але яскраво продемонстрував нагальність і актуальність проблеми.

У процесі мікотоксикологічного контролю протягом 2008–2012 рр. було досліджено 1730 зразків кормів (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість досліджуваних зразків кормів упродовж 2008–2012 років у західному регіоні України, n

Корми	Роки				
	2008	2009	2010	2011	2012
Комбікорм	58	78	83	75	60
Висівки	18	21	31	36	28
Кукурудза	24	40	38	53	44
Пшениця	42	38	58	47	86
Ячмінь	28	41	34	39	53
Тритикале	–	3	–	–	3
Глютен кукурудзяний	2	5	–	2	6
Шрот соєвий	32	28	41	36	56
Макуха соняшникова	37	14	18	24	42
Усього зразків (1730)	241	265	293	312	378
Виявлено токсини (418)	62	103	91	84	78

Систематизація отриманих результатів показала, що понад 35–45% зернових кормів були уражені потенційно небезпечними мікроскопічними грибами (рис. 1).

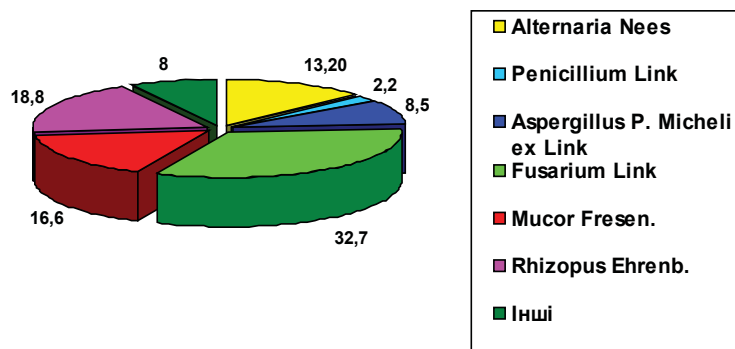


Рис. 1. Основні представники мікобіоти досліджуваних зразків кормів.

Мікобіота кормів, в основному, була представлена мікроміцетами таких родин: *Alternaria Nees* – 13,2%; *Rhizopus Ehrenb.* – 18,8%; *Mucor Fresen.* – 16,6%; *Aspergillus P. Micheli ex Link* – 14,5%; *Penicillium Link* – 4,2%; *Fusarium Link* – 32,7%. Зернова група кормів і комбікорми значною мірою контаміновані фузаріями, а в першу чергу *F. moniliforme* J. Sheld. або його підвидами. Із 271 зразка фуражного зерна 84 були уражені грибами роду *Aspergillus*: *A. fumigatus* Fresen. 42 – зразки виявилися слаботоксичні, 22 – нетоксичні, *A. flavus* Link 26 – токсичні. Потенційно небезпечними були зерновідходи, які склалися зі щуплого, битого і травмованого шкідниками зерна. При зберіганні таких кормів за певних умов (температура, вологість) відбуваються розвиток і розмноження різних видів мікроміцетів, серед яких значна кількість має здатність продукувати мікотоксини.

Основну небезпеку для тваринництва становлять гриби, які є продуцентами мікотоксинів. У комплекс санітарно-мікологічного контролю кормів, крім мікологічних досліджень, входять і фізико-хімічні дослідження з метою виявлення продуктів

життєдіяльності плісневих грибів-мікотоксинів. У складі контамінантів найчастіше були виявлені фузаріотоксини Т-2, ДОН, зеараленон, фумонізини, а також охратоксини й афлатоксини (табл. 2).

Таблиця 2

Частота виявлення мікотоксинів у відібраних зразках кормів  
за період 2008–2012 рр., %

Мікотоксини	Роки				
	2008	2009	2010	2011	2012
ДОН	6	26	27	14	23
Т-2 токсин	25	28	14	15	8
Фумонізини	13	26	27	34	28
Зеараленон	14	13	17	14	15
Афлатоксин	0	5	0	2	0
Охратоксин	4	5	6	5	4

Протягом періоду дослідження ДОН був виявлений у зразках комбікормів (45%) та в зерні кукурудзи і пшениці (34 та 28%). Середня частота виявлення зеараленону становила 51%. Протягом 5 років моніторингу середньорічна концентрація варіювала в межах 34–88%, проте жодих закономірностей за даний період часу у зміні цього показника встановити не вдалося. Середня концентрація зеараленону в кормах становила 14,6 мкг/кг.

Рівень забруднення досліджуваних зразків, що містили фумонізини, де концентрація їх була вищою, ніж решти мікотоксинів, був значним. Частота виявлення фумонізинів у 2008, 2009 і 2010 роках у середньому становила 71,8%, порівняно з іншими мікотоксинами. Понад 25% зразків містили фумонізини  $700 \pm 131$  мкг/кг і більше. Максимальна концентрація фумонізинів була зареєстрована в 2011 р. у кукурудзі 830 мкг/кг, а у комбікормі понад 600 мкг/кг, середня концентрація в зерні пшениці, ячменю, висівках, соняшниковому та соєвому шроті становила від 33 до 131 мкг/кг. В інші роки ці показники були приблизно на порядок нижчі.

Вміст Т-2 токсину у 34 досліджуваних зразках перевищував максимально допустимий рівень, але протягом останніх років спостережень відзначена виражена тенденція до зниження як середніх значень концентрації, так і частоти виявлення його в зерні та кормах.

За весь період дослідження охратоксин і афлатоксин становив лише 6,4%. Забрудненість цими токсинами була слабо виражена, середні рівні контамінації по вибірках становили, відповідно, 57,9 і 6,4 мкг/кг.

На основі аналізу літературних джерел щодо токсичності фумонізинів і проведених власних досліджень щодо їх розповсюдженості було обґрунтовано та затверджено національні МДР у комбікормах і кормосумішах для тварин (0,005 мкг/кг) та у комбікормах для риб (0,01 мкг/кг) при вологості корму 12% (Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 131 від 19. 03. 2012 р. «Про затвердження Переліку максимально допустимих рівнів небажаних речовин у кормах та кормовій сировині для тварин». Зареєстрований в Міністерстві юстиції України 05 квітня 2012 року за № 503/20816).

Проведені дослідження підтвердили необхідність мікотоксикологічного контролю кормів у промисловому тваринництві. Серед великого асортименту кормової сировини варто відзначити пріоритетні об'єкти мікотоксикологічного контролю. У першу чергу – це зернові культури та продукти їх переробки. Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що популяція мікроскопічних грибів зернової сировини тваринницьких господарств західного регіону України представлена, в основному, грибами родів *Fusarium* Link, *Alternaria* Nees, *Rhizopus* Ehrenb., *Mucor* Fresen., *Aspergillus* P.Micheli ex Link та *Penicillium*

Link. Зрозуміло, що ідеальних умов зберігання для таких кормів не створити, і певна їхня частина виявиться чудовим субстратом для проростання спор та утворення мікотоксинів. Оскільки корми, що використовуються для годівлі тварин і птиці, уражені токсичними видами грибів та контаміновані мікотоксинами (а саме зеараленоном, ДОН, фумонізинами та Т-2 токсином) і в окремих випадках їхні кількості перевищують максимально допустимі рівні, то ситуація у регіоні стосовно розповсюдження мікотоксинів є дуже складною.

Поряд із висвітленням питань контролю мікотоксинів не менш важливим є питання профілактики та лікування мікотоксикозів тварин. Арсенал антитоксичних засобів невеликий. Застосування сорбентів у цьому випадку є одним з ефективних підходів до вирішення проблеми [1].

Аналіз ринку поширення та різноманіття дезінтоксикуючих засобів показав, що їх умовно можна розподілити на три групи: неорганічні, органічні й комбіновані. Структура активно діючих компонентів, що входять у склад дезінтоксикантів, наведена на рис. 2.

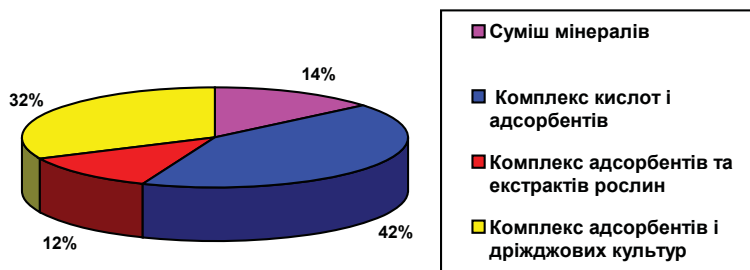


Рис. 2. Кількість сорбентів мікотоксинів залежно від складу активно діючих компонентів.

Як видно з рис. 2, на сьогоднішній день майже половину (42%) зареєстрованих сорбентів становлять дезінтоксиканти на основі органічних кислот. На другому місці 32% – комплекс мінеральних сорбентів і дріжджових культур. Незначну частку становлять суміші та комплекси мінералів і екстрактів із рослин – 14 і 12% відповідно.

Хоча всі сорбенти, так чи інакше, є пасивними поглиначами мікотоксинів, ефективність їхньої дії на сьогодні залишається предметом гострих наукових дискусій. Ефективність сорбентів стосовно різних мікотоксинів наведена у табл. 3.

Таблиця 3

Ефективність сорбентів стосовно різних мікотоксинів, %						
Назва сорбенту	Афлатоксин В <sub>1</sub>	Пагулін	Стеригма-тоцистин	Зеараленон	Т-2 токсин	ДОН
Альфасорб	100	100	75	100	55	40
Чек-о-токс	100	100	60	50	35	32
Клінофід	100	100	60	55	45	100
Varacid	100	100	45	100	35	30
Toxidex-premix	35	40	100	45	40	15
Кормосан	100	100	100	100	30	30
Екосорб	100	100	100	45	45	100
Вугілля активоване	100	100	100	35	50	40

Так, при вивченні у модельних дослідах *in vitro* сорбційної активності найбільш поширених сорбентів вітчизняного й іноземного виробництва було встановлено час, необхідний для сорбції, та їхню ефективність. Визначаючи термін сорбції, встановили, що через 30 хв після внесення сорбента до токсину, ефективність сорбції була однаковою через 1, 12 і 24 години від початку дослідження. Проведені нами дослідження свідчать,

що сорбуючі засоби в концентраціях, які мали би вводити виробники в корми при мікотоксикозах, не здатні зменшити рівень більшості мікотоксинів. Низька сорбційна здатність Т-2 токсину, порівняно з іншими мікотоксинами, повністю пояснюється його структурними особливостями. Зеараленон має здатність до утворення комплексів із низкою катіонів металів: алюмінію, заліза, міді та перехідних металів. Хоча точний склад кормових сумішей сорбентів невідомий, але алюміній у окремих досліджених сорбентах був наявний (алюмосилікати, бентоніти тощо). Іноді виявляли мідь і залізо, а це свідчить про необоротну сорбцію афлатоксину В<sub>1</sub>, зеараленону, патуліну, що може бути пов'язана з комплексоутворенням.

У подальших дослідженнях запропоновані дози сорбентів ми вирішили збільшити удвічі. Сорбційний ефект досліджень наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Ефективність подвоєної дози сорбентів стосовно різних мікотоксинів, %

Назва сорбента	Афлатоксин В <sub>1</sub>	Патулін	Стеригма-тоцистин	Зеара-ленон	Т-2 токсин	ДОН
Альфасорб	100	100	80	100	90	72
Чек-о-токс	100	100	70	65	75	60
Клінофід	100	100	75	70	80	100
Вагасід	100	100	70	100	50	45
Toxidex-premix	55	60	100	63	100	25
Кормосан	100	100	100	100	80	50
Екосорб	100	100	100	75	70	100
Вугілля активоване	100	100	100	55	80	70

У цьому випадку відбувалось істотне зниження не тільки афлатоксину, патуліну, а й зеараленону, ДОН і Т-2 токсину. Як видно з табл. 4, експерименти *in vitro* показали, що всі досліджувані сорбенти при збільшенні їхньої дози покращували свою сорбуючу дію приблизно в 1,5–2 рази.

Як маркер детоксикаційної дії сорбентів було взято вугілля активоване, яке мало високу сорбуючу здатність до Т-2 токсину, – 80%. Проведені дослідження показали, що найскладніше сорбувати Т-2 токсин і тільки Toxidex-premix виявив 100% сорбцію його в рекомендованій виробником дозі. Необхідно відзначити, що вітчизняний сорбент альфасорб сорбував 5 мікотоксинів і показав високий результат при сорбції Т-2 токсину (90%). Задовільний результат виявлений і при використанні кормосану (сорбція Т-2 токсину – 80%) й екосорбу (сорбція Т-2 токсину – 70%).

Отже, ефективний сорбент має бути комплексний, здатний нейтралізувати комбінацію мікотоксинів з абсолютно різними хімічними властивостями, молекулярними структурами та полярністю.

Оскільки сорбенти можуть бути причиною механічного пошкодження епітелію кишечника, то важливим критерієм при їх вивченні є безпечність для тварин. Процеси розробки цих засобів мають включати такі етапи: дослідження адсорбційної активності щодо мікотоксинів і поживних речовин *in vitro*; вивчення їх профілактичного ефекту при введенні в корм певного мікотоксину в різних концентраціях; вивчення профілактичних властивостей при згодовуванні тваринам корму, природно контамінованого мікотоксинами.

Проведені дослідження кормової сировини та кормів у промисловому тваринництві відзначили пріоритетні об'єкти мікотоксикологічного контролю, в першу чергу це зернові культури та продукти їх переробки.

Проведені дослідження *in vitro* показують, що Т-2 токсин найменше піддається сорбуванню і тільки Toxidex-premix (Польща) виявляє 100% сорбцію цього токсину в подвоєній дозі. Вітчизняні сорбенти засвідчили високий результат сорбції Т-2 токсину:

альфасорб – 90%, кормосан – 80% і екосорб – 70%. Ефективний сорбент має бути комплексним, здатним нейтралізувати комбінацію різних мікотоксинів, а найважливішим критерієм при їх вивченні є безпечність для тварин.

Отже, проведення постійного мікотоксикологічного контролю якості кормів і застосування адсорбентів вітчизняних виробників з урахуванням складу активно діючих компонентів дасть змогу значно покращити економічні показники у тваринництві.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Визначник грибів України / С. Ф. Морочковський, М. Я. Зерова, З. Г. Лавітська, М. Ф. Сміцька / за ред. Д. К. Зерова. К.: Наук. думка, 1969. Т. 2. 516 с.
2. Використання та оцінка кормових добавок, сорбентів при мікотоксикозах: методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, А. Ф. Ображей, О. М. Брезвин, О. М. Васянович та ін. Львів, 2011. 29 с.
3. *Гарибова Л. В., Лекомцева С. Н.* Основы микологии: Морфология и систематика грибоподобных организмов. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2005. 280 с.
4. *Коцюмбас І. Я., Брезвин О. М., Кушнір Р. О.* Використання сорбентів у практиці ветеринарної медицини // Наук.-тех. бюлетень Ін-ту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та корм. добавок. 2009. Вип. 10. № 4. С. 584–588.
5. *Коцюмбас І. Я., Малик О. Г., Патерега І. П.* Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів. Львів: Тріада плюс, 2006. 365 с.
6. *Малинин О. А., Хмельницький Г. А., Куцан А. Т.* Ветеринарная токсикология. Корсунь-Шевченковский: ЧП Майдаченко, 2002. 464 с.
7. Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці та поліпшенню якості кормів / А. Ф. Ображей, Л. І. Погребняк, О. Ф. Корзуненко: метод. вказівки, затверджені Держ. департаментом вет. медицини Міністерства АПК України № 15-14/73 від 06 березня 1998 р. Київ, 1998. 107 с.
8. Микотоксикозы животных (этиология, диагностика, лечение, профилактика) / Иванов А. В., Тремасов М. Я., Папуниди К. Х., Чулков А. К. / под ред. А. В. Иванова. М.: Колос, 2008. 140 с.
9. Профилактика микотоксикозов у животных / Б. Н. Хмелевский, З. И. Пилипец, Л. С. Малиновская и др. М.: Агропромиздат, 1985. 271 с.
10. *Саркисов А. Х.* Диагностика грибных болезней (микозов и микотоксикозов животных) М.: Колос, 1971. 144 с.
11. Токсикологічний контроль кормів та кормових добавок / М. В. Косенко, І. Я. Коцюмбас, О. В. Величко та ін.: метод. рекомендації, затверджені Держ. департаментом вет. медицини з держ. вет. інспекцією Міністерства АПК України, протокол № 2 від 17–18 грудня 1998 р. К., 1999. 29 с.

Стаття: надійшла до редакції 28.02.13

доопрацьована 01.04.13

прийнята до друку 24.04.13

## CONTROL OF MYCOTOXINS IN FEEDS AND THEIR ELIMINATION

**O. Brezvyn<sup>1</sup>, V. Otchych<sup>2</sup>, I. Kotsyumbas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*State Scientific Research Control Institute  
of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives  
11, Donetska St., Lviv 79019, Ukraine  
e-mail: brezvun@gmail.com*

<sup>2</sup>*Ivan Franko National University of Lviv  
4, Hrushevskiy St., Lviv 79005, Ukraine  
e-mail: viraotchych@gmail.com*

The article presents the results of mycotoxicological tests of feeds for the period of 5 years (2008–2012) that detected that 35–45% of grain feeds were infected by potentially dangerous microscopic fungi of *Fusarium* Link, *Alternaria* Nees, *Rhizopus* Ehrenb., *Mucor* Fresen., *Aspergillus* P. Micheli ex Link and *Penicillium* Link species. The most widespread methods of disintoxication of mycotoxins in the sphere of animal husbandry are based on application of sorbents with infected feed. The level of sorptive capacity of sorbents was studied. It was determined that effective sorbent should be complex and should be able to neutralize the combination of different mycotoxins, the most important criterion of its assessment is the safety for animals.

*Keywords:* mycotoxicological tests, microscopic fungi, mycotoxins, food stuff, sorbents.

## КОНТРОЛЬ МИКОТОКСИНОВ В КОРМАХ И ИХ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ

**О. Брезвин<sup>1</sup>, В. Отчич<sup>2</sup>, И. Коцюмбас<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Государственный научно-исследовательский контрольный институт  
ветеринарных препаратов и кормовых добавок  
ул. Донецкая, 11, Львов 79019, Украина  
e-mail: brezvun@gmail.com*

<sup>2</sup>*Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина  
e-mail: viraotchych@gmail.com*

В статье проанализированы результаты микотоксикологических исследований кормов за 5 лет (2008–2012), которые обнаружили, что 35–45% зерновых кормов были поражены потенциально опасными микроскопическими грибами родов *Fusarium* Link, *Alternaria* Nees, *Rhizopus* Ehrenb., *Mucor* Fresen., *Aspergillus* P. Micheli ex Link и *Penicillium* Link. Самые распространенные методы дезинтоксикации микотоксинов в животноводстве основаны на использовании пораженных кормов сорбентами. Изучен *in vitro* уровень сорбирующих способностей сорбентов относительно различных микотоксинов. Установлено, что эффективный сорбент должен быть комплексным, способным нейтрализовать комбинацию различных микотоксинов, а важнейшим критерием его оценки является безопасность для животных.

*Ключевые слова:* микотоксикологические исследования, микроскопические грибы, микотоксины, кормовое сырье, сорбенты.