



Тваринництво, ветеринарна медицина

УДК 619:616.992.28:636.5.085

© 2020

ОЦІНКА СТУПЕНЯ КОНТАМІНАЦІЇ МІКРОМІЦЕТАМИ ТА МІКОТОКСИНАМИ КОРМІВ У СКОТАРСЬКІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ ЗА ОСТАННІ РОКИ

О.Т. Куцан¹, О.Л. Оробченко², М.О. Ярошенко³, І.О. Герілович⁴

¹доктор ветеринарних наук, професор, член-кореспондент НААН

²доктор ветеринарних наук

^{3,4}кандидати ветеринарних наук

ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»

вул. Пушкінська, 83, м. Харків, 61023, Україна

e-mail: ¹okutsan@ukr.net, ²toxi-lab@ukr.net, ³margarita.yaroshenko.69@ukr.net, ⁴antira@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-5898-3420, ²0000-0002-0885-7776, ³0000-0001-9040-6474, ⁴0000-0002-6742-2086

Надійшла 16.01.2020

Мета. Дослідити ступінь контамінації, видову належність мікроміцетів і вміст мікотоксинів (афлатоксину В₁, стеригматоцистину, зеараленону, патуліну) у кормах для великої рогатої худоби за 2018 і I півріччя 2019 рр. та провести ретроспективний аналіз забрудненості кормів мікроміцетами за останні 5 років. **Методи.** Мікологічні та мікотоксикологічні дослідження проведено відповідно до загальноприйнятих і розроблених у лабораторії токсикологічного моніторингу методик визначення. **Результати.** За визначення ступеня контамінації мікроміцетами у 87-ми пробах кормів для великої рогатої худоби у 2018–2019 рр. перевищення максимально допустимого рівня (МДР) виявлено у 73,6% проб. Основними були: комбікорми – 23,4%, монокорми та силос – відповідно по 18,7, солома – 10,9, сіно – 7,8%. Основними забруднювачами кормів були мікроміцети родини *Mucoraceae* – 25,6% та родів: *Aspergillus Mich.* – 24,7, *Penicillium Linc.* – 9,5, *Fusarium Linc.* – 3,3, інших родів – 36,9%. На вміст мікотоксинів дослідили 35 проб кормів, лише в одній пробі комбікорму було визначено наявність зеараленону – 0,88 мг/кг, що на 76% перевищує МДР. Афлатоксин В₁, стеригматоцистин, патулін і зеараленон були за межами визначення методу і не перевищували МДР. **Висновки.** Ступінь контамінації мікроміцетами кормів для великої рогатої худоби у 2018 та I півріччі 2019 рр. залишався високим, зокрема недоброякісні (вище МДР) становили 73,3 та 73,8% відповідно. Основними забруднювачами кормів були плісеневі сапрофіти родини *Mucoraceae* – 25,6% та родів: *Aspergillus Mich.* – 24,7, *Penicillium Linc.* – 9,5, *Fusarium Linc.* – 3,3, інших родів – 36,9%.

Наявність афлатоксину В₁, стеригматоцистину, патуліну і зеараленону у кількостях вище МРД у 34-х пробах кормів виявлено не було. Лише у пробі комбікорму визначено зеараленон — 0,88 мг/кг корму, що на 76% перевищує МДР. У 2014–2017 рр. ступінь забрудненості мікроскопічними грибами недоброякісних кормів становила 51–88%.

Ключові слова: біотичні контамінанти, токсинотворювальні плісеневі сапрофіти, мікроскопічні гриби, штами.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202002-08>

Одними з багатьох негативних чинників навколишнього середовища, що впливають на безпечність кормової сировини і кормів, є мікроміцети та їхні вторинні метаболіти — мікотоксини. Їхня особлива небезпека полягає у прихованій формі впливу на здоров'я тварин. Наявність мікроскопічних грибів у кормах призводить до зниження їх споживання через погіршення органолептичних якостей і спричиняє зниження адсорбції поживних речовин та порушення метаболічних процесів в організмі. У результаті витрати на лікування тварин, а також через недоотримання та зниження якості тваринницької продукції спричиняють великі економічні збитки [1–7].

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), через велике поширення мікроскопічних грибів практично в усіх біотопах та їхні високі адаптивні властивості щороку плісневими сапрофітами уражується 25–40% кормів [2]. Тому вважаємо, що систематичний контроль наявності мікроміцетів та їх вторинних метаболітів у кормах на всіх етапах їх виготовлення та під час зберігання є одним із основних заходів, що дасть змогу запобігти їхньому негативному впливу на здоров'я тварин та гарантувати виробництво безпечної та якісної продукції [4, 6, 7].

Мета роботи — дослідити ступінь контамінації, видову належність мікроміцетів і вміст мікотоксинів (афлатоксину В₁, стеригматоцистину, зеараленону, патуліну) у кормах скотарської галузі України у 2018 — I півріччі 2019 рр. та порівняти отримані результати з даними попередніх років.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на базі лабораторії токсикологічного моніторингу ННЦ «ІЕКВМ» у період 2018 — I півріччя 2019 рр. Нами було проаналізовано 87 проб кормів для великої

рогатої худоби молочного напрямку з різних областей України: Харківської, Сумської, Одеської, Донецької, Київської, Полтавської, Черкаської, Кіровоградської, Івано-Франківської та Тернопільської.

Мікологічні дослідження наданих проб проводили відповідно до загальноприйнятих методик, зокрема: ступінь контамінації кормів мікроскопічними грибами визначали за кількістю колонієутворювальних одиниць (КУО) у перерахунку на 1 г корму за умов первинного висіву у поживне середовище (агар сусло та Чапека) [7, 8]; видову належність ізолятів мікроскопічних грибів визначали порівнянням культурально-морфологічних ознак виділеної мікобіоти (особливостей росту культур на різних поживних середовищах, їх розмірів, форми, ширини, будови країв та центру колоній, інтенсивності росту, характеристики поверхні, кольору колоній, їх реверзumu, міцелію та ін.) з описами, наведеними у визначниках мікроміцетів, і з музейними штамами тест-культур (власність ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини») [9–12].

Мікотоксикологічні дослідження проводили відповідно до методичних вказівок «Одночасне визначення мікотоксинів (афлатоксин В₁, зеараленон, патулін, стеригматоцистин) в комбікормах і зернових за тонкошаровою або рідинною хроматографією», які розроблені в лабораторії і затверджені Державним комітетом ветеринарної медицини України (протокол № 1 від 23–24 грудня 2009 р.).

Результати досліджень. За мікологічного моніторингу у 2018–2019 рр. було досліджено 87 проб кормів і кормової сировини для великої рогатої худоби, зокрема: гребі та соковиті корми (силос, сінаж, сіно,

солома, монокорми, жом буряковий, дробина пивна) — 56 проб, комбікорми — 17, зернові (зерносуші, кукурудза, ячмінь, пшениця) — 8 та інші види кормів — 6 (рис. 1).

З даних, наведених на рис. 1, видно, що мікологічному аналізу підлягали здебільшого грубі та соковиті корми, а також комбікорми.

Визначено ступінь контамінації мікроскопічними грибами кормів для великої рогатої худоби. Установлено, що у 2018 р. і I півріччі 2019 р. допустимий ступінь контамінації (менше $5 \cdot 10^4$ спор у 1 г корму) мали лише 26,7 і 26,2% кормів, а перевищували максимально допустимий рівень (МДР) — 73,3 і 73,8% кормів відповідно [8]. Найбільш контамінованими мікроміцетами виявилися комбікорми — 23,4% (15 проб), монокорми та силос по 18,7% (по 12 проб) відповідно, грубі корми: солома — 10,9% (7 проб), сіно — 7,8% (5 проб). Серед досліджуваних найменшу кількість проб кормів, що перевищувала МДР, виявлено серед зернових — 3,1% (2 проби).

За визначення складу мікобіоти кормів і кормової сировини у 2018 — I півріччі 2019 рр. було виділено та ідентифіковано 360 ізолятів плісневих та дріжджоподібних грибів (у 2018 р. — 163, у 2019 р. — 197 ізолятів) (рис. 2).

Зокрема, кількість *Aspergillus Mich.*, що виділяли упродовж періоду дослідження, становила 89 ізолятів (24,7%), *Penicillium Linc.* — 34 (9,5%), *Fusarium Linc.* — 12 (3,3%), родини *Mucoraceae* — 92 ізоляти (25,6%). Представники інших родів — 133 ізоляти (36,9%).

Слід зазначити, що кількість виділених ізолятів представників роду *Aspergillus Mich.* була більшою у 2018 р. Це пов'язано, вважаємо, зі спекою та сухістю на початку літа того року (температура у червні сягала 30–35°C), а такі кліматичні умови є оптимальними для росту багатьох видів мікроміцетів роду *Aspergillus Mich.*

Кількість ізолятів представників родини *Mucoraceae* ідентифікували також у чіткій залежності від погодних умов (температури та вологості навколишнього середовища). Зокрема, внаслідок прохолодної, дощової погоди у липні 2019 р. кількість виділених ізолятів збільшилась у 1,5 раза порівняно з попереднім роком (у 2018 р. — 37,

у 2019 р. — 55 ізолятів).

Визначено таксономічну належність ізолятів потенційно токсиноутворювальних мікроскопічних грибів (таблиця). Установлено, що основними забруднювачами кормів була пліснява роду *Aspergillus Mich.*, з якої ідентифікували види: *Asp. flavus*, *Asp. amstelodami*, *Asp. niger*, *Asp. sydowi*, *Asp. fumigatus*, *Asp. candidus*, *Asp. oryzae*, *Asp. ochraceus*, які найчастіше були виділені з комбікормів, монокормів, силосу, сінажу, сіна, кукурудзи, зерносуші.

Роди *Mucor* і *Rhizopus* ідентифікували у комбікормах, монокормах, пшениці, макусі соняшниковій, соломі, сіні, силосі.

З мікроміцетів роду *Penicillium Linc.* найчастіше виділяли види *Pen. lanosum*, *Pen. commune*, *Pen. stoloniferum* у комбікормах, сінажі, сіні, зерносуші, кукурудзі, соломі.

З роду *Fusarium Linc.* були виділені види *Fusarium moniliforme*, *Fusarium moniliforme*,

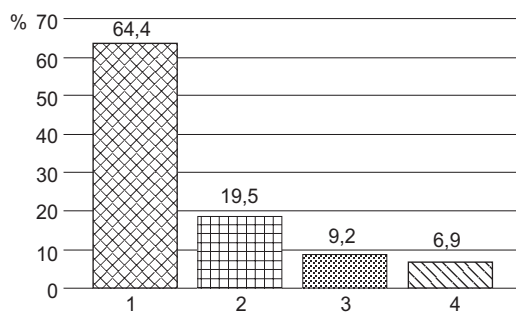


Рис. 1. Види кормів для великої рогатої худоби, що підлягали мікологічним дослідженням у 2018 та I півріччі 2019 рр.: 1 — грубі та соковиті корми; 2 — комбікорми; 3 — зернові корми; 4 — корми інших видів

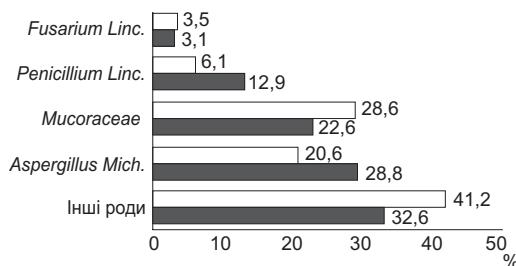


Рис. 2. Родовий склад мікобіоти кормів і кормової сировини для великої рогатої худоби у 2018 та I півріччі 2019 рр.: □ — 2018 р.; ■ — 2019 р.

var. lactis — з монокормів, комбикормів, зерноsumіші, кукурудзи, ячменю.

За мікотоксикологічних досліджень 35 проб кормів, ступінь контамінації яких мікроскопічними грибами був найбільшим, наявність афлатоксину В₁, зеараленону, стеригматоцистину та патуліну було встановлено

у межах регламентованих показників відповідно до вимог «Переліку максимально допустимих рівнів небажаних речовин у кормах та кормовій сировині для тварин» (Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 131 від 19.03.2012, у редакції наказу Міністерства економічного

Видова таксономія токсинуотворювальних мікроміцетів, виділених з проб кормів для великої рогатої худоби у 2018 та I півріччі 2019 рр.

Вид токсинуотворювального мікроміцета, токсичний метаболіт	Кількість ізолятів, шт.	Загальна видова кількість ізолятів у середині роду, %
Рід <i>Aspergillus Mich.</i>		
<i>Asp. flavus</i> — афлатоксини В ₁ , В ₂ , G ₁ , G ₂ , Н ₁ , Н ₂ , стеригматоцистин, пенітреми, тремогени, охалатес та ін.	35	39,4
<i>Asp. amstelodami</i> — афлатоксин, стеригматоцистин	5	5,6
<i>Asp. niger</i> — афлатоксин, охалатес	11	12,4
<i>Asp. sydowi</i> — стеригматоцистин	5	5,6
<i>Asp. fumigatus</i> — афлатоксин, фумігатин, фумітоксин А-Д, фумітреморгіни та ін.	10	11,3
<i>Asp. candidus</i> — цитринін, тремоген	6	6,7
<i>Asp. oryzae</i> — афлатоксин, оризохлорин, мальторицин	5	5,6
<i>Asp. ochraceus</i> — охратоксини А, В, С, Д, афлатоксин, патулін та ін.	6	6,7
Інші види	6	6,7
Усього	89	100
Рід <i>Penicillium</i>		
<i>Pen. lanosum</i> — цитринін	11	32,4
<i>Pen. commune</i> — охратоксин, пенітрем, афлатоксин та ін.	8	23,5
<i>Pen. stoloniferum</i> — пеніцилова та мікофенолова кислоти	5	14,7
<i>Pen. casei</i> — токсичні властивості	2	5,9
Інші види	8	23,5
Усього	34	100
Родина <i>Mucoraceae</i>		
Рід <i>Mucor Mich.</i> — токсичні властивості	34	37,0
Рід <i>Rhizopus Ehrenb.</i> — афлатоксин, токсичні властивості	42	45,6
Інші види	16	17,4
Усього	92	100
Рід <i>Fusarium Linc.</i>		
<i>Fusarium moniliforme</i> — моніліформін, вомітоксин, Т-2 токсин та ін.	7	58,3
<i>Fusarium moniliforme, var. lactis</i> — фузарієва кислота, вомітоксин, моніліформін, Т-2 токсин та ін.	2	16,7
Інші види	3	25
Усього	12	100

розвитку і торгівлі № 550 від 11.10.2017 р.). Проте у пробі комбікорму, одержаної з молочно-товарного господарства Харківської обл., було визначено наявність зеараленону в концентрації 0,88 мг/кг, що на 76% перевищує МДР цього токсину [8].

Отже, встановлено, що за мікологічного моніторингу 87 проб кормів і кормової сировини, використаних для годівлі великої рогатої худоби у 2018 — I півріччі 2019 рр., недоброякісних було 73,6%, тобто більше двох третин від загальної кількості. За нашими даними, отриманими у попередні роки, така тенденція зберігається вже впродовж останніх 4-х років. Так, якщо у 2014 і 2015 рр. недоброякісні корми за ступенем забрудненості мікроскопічними грибами становили 51–52%, то в 2016 р. — вже 79%, а в 2017 р. — 88% [13–15].

Висновки

За визначення ступеня контамінації мікроскопічними грибами кормів для великої рогатої худоби у 2018 — I півріччі 2019 рр. встановлено, що недоброякісні становили 73,6% (73,3% у 2018 р., 73,8% у 2019 р.). Основними забруднювачами кормів були плісеневі сапрофіти родини *Mucoraceae* — 25,6% та роду *Aspergillus Mich.* — 24,7%, представники роду *Penicillium Linc.* становили 9,5%, *Fusarium Linc.* — 3,3, інших родів — 36,9%.

Токсинуотворювальні таксони мікроміцетів були представлені видами *Asp. flavus*, *Asp. amstelodami*, *Asp. niger*, *Asp. sydowi*, *Asp. fumigatus*, *Asp. candidus*, *Asp. oryzae*, *Asp. ochraceus*, *Pen. lanosum*, *Pen. commune*, *Pen. stoloniferum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium moniliforme*, var. *lactis*.

За мікотоксикологічних досліджень 35 проб кормів у 1-й пробі комбікорму було

Через погодні умови у 2019 р. вперше за останні роки основними контамінантами кормів стали мікроміцети родини *Mucoraceae* (25,6%) та родини *Aspergillus Mich.* (24,7%) [16]. Також, з огляду на те, що в пробі комбікорму виявили високий вміст зеараленону, слід звернути особливу увагу на представників родини *Fusarium Linc.*, яких хоч і було виділено відносно невелику кількість — 12 ізолятів (3,3%), але вони призводили до токсинуотворення.

Виявлено токсинуотворювальні таксони мікроміцетів таких видів: *Asp. flavus*, *Asp. amstelodami*, *Asp. niger*, *Asp. sydowi*, *Asp. fumigatus*, *Asp. candidus*, *Asp. oryzae*, *Asp. ochraceus*, *Pen. lanosum*, *Pen. commune*, *Pen. stoloniferum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium moniliforme*, var. *lactis*.

визначено наявність зеараленону в концентрації 0,88 мг/кг, що на 76% перевищує МДР. Афлатоксин B₁, стеригматоцистин, патулін і зеараленон в інших досліджуваних пробах були за межами виявлення методу і нижче МДР. Така тенденція зберігалася протягом 2014–2017 рр., ступінь забрудненості мікроскопічними грибами недоброякісних кормів становила 51–88%.

Перспективи подальших досліджень полягають у систематичному контролі санітарно-значущих контамінантів біотичного походження (мікроміцети, мікотоксини) кормової сировини та кормів, які використовують для годівлі великої рогатої худоби, для запобігання їхньому негативному впливу на здоров'я та продуктивність тварин і зменшення економічних збитків у скотарстві.

Kutzan O.¹, Orobchenko O.², Yaroshenko M.³, Gerilovich I.⁴

NSC «Institute for Experimental and Clinical Veterinary Medicine», 83 Pushkinska Str., Kharkiv, 61023, Ukraine; e-mail: ¹okutzan@ukr.net, ²toxi-lab@ukr.net, ³margarita.yaroshenko.69@ukr.net, ⁴antira@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-5898-3420, ²0000-0002-0885-7776, ³0000-0001-9040-6474, ⁴0000-0002-6742-2086

Assessment of the level of contamination of feed with micromycetes and mycotoxins in the cattle industry of Ukraine in recent years

Goal. To study the degree of contamination, the species of micromycetes and the content of mycotoxins (aflatoxin B₁, sterigmatocystin, zearalenone, patulin) in feed for cattle for 2018 and the first half of 2019 and to carry out a

retrospective analysis of contamination of feed with micromycetes over the last 5 years. **Methods.** Mycological and micotoxicological study was conducted in accordance with generally accepted and developed in the laboratory of Toxicological monitoring methods of determination. **Results.** Level of contamination with micromycetes in 87 samples of feed for cattle in 2018–2019 exceeded the maximum permissible level (MPL) in 73.6% of samples. The major ones were: feed — 23,4%, mono feeds and silage — 18,7% each, straw — 10,9%, and hay — 7.8%. The main pollutants of the feed were micromycetes of the family *Mucoraceae* — 25.6%, and of species: *Aspergillus Mich.* — 24,7, *Penicillium Linc.* 9.5, *Fusarium Linc.* — 3.3, other — 36.9%. 35 samples of feed were examined on the presence of mycotoxins. Only one sample of feed has zearalenone (0,88 mg/kg, which is 76% higher than MPL). Aflatoxin

B₁, sterigmatocystin, patulin and zearalenone were outside the method definition, and did not exceed MPL. **Conclusions.** The level of contamination with micromycetes of feed for cattle in 2018 and the first half of 2019 remained high, including poor quality (higher than MPL), and was 73.3% and 73.8% respectively. The main pollutants of the feed were moldy saprophytes of family *Mucoraceae* — 25.6%, and species: *Aspergillus Mich.* — 24,7%, *Penicillium Linc.* — 9.5%, *Fusarium Linc.* — 3.3%, other — 36.9%. The presence of aflatoxin B₁, sterigmatocystin, patulin and zearalenone in quantities higher than MPL in 34 samples of feed was fixed. Only in the sample of feed zearalenone was determined — 0,88 mg/kg of feed, which is 76% higher than MPL.

Key words: biotic contaminants, toxin-forming mold saprophytes, microscopic fungi strains.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-08>

Бібліографія

1. Васянович О.М., Руда М.Є., Янголь Ю.А. Встановлення видової приналежності мікроміцетів та вивчення їх здатності продукувати фузаріотоксини. *Ветеринарна біотехнологія*. 2017. № 30. С. 34–39.
2. Абраסקова С.В., Шашко Ю.К., Шашко М.Н. Биологическая безопасность кормов. Минск: Беларуская навука, 2013. 257 с.
3. Брулевич В.В. Безпечність харчових продуктів за законодавством України та Європейського Союзу. *Судова апеляція*. 2016. № 2(43). С. 75–83.
4. Билай В.И., Пидопличко Н.М. Токсинообразующие микроскопические грибы и вызываемые ими заболевания человека и животных. Киев: Наукова думка, 1970. 291 с.
5. Ахмадышин Р.А., Канарский А.В. Микотоксины — контаминанты кормов. *Вестник Казанского технологического университета*. 2007. № 2. С. 88–103.
6. Tell L.A. Aspergillosis in mammals and birds: impact on veterinary medicine. *Med Mycol.* 2005 May. V. 43. Suppl. 1. P. 71–73. doi: 10.1080/13693780400020089
7. Куцан О.Т., Ярошенко М.О., Шевцова Г.М., Жукова І.О. Мікотоксикологічний моніторинг кормів для великої рогатої худоби та свиней Північно-східного регіону України. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2012. Вип. 24, ч. 2. С. 267–273.
8. Ображей А.Ф., Погребняк Л.І., Корзуненко О.Ф. Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці та поліпшенню якості кормів: метод. вказівки. Затверджені Держ. департаментом

вет. медицини Міністерства АПК України, № 15–14/73. Київ. 1998. 107 с.

9. *Перелік* максимально допустимих рівнів небажаних речовин у кормах та кормовій сировині для тварин. Затверджені Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України № 131 від 19.03.2012, у редакції наказу Міністерства економічного розвитку і торгівлі № 550 від 11.10.2017 р.

10. Билай В.И. Фузарии. Киев: Наукова думка, 1977. 443 с.

11. Пидопличко Н.М., Милько А.А. Атлас мукоральных грибов. Киев: Наукова думка, 1971. 187 с.

12. Пидопличко Н.М. Пенициллин: определитель. Киев: Наукова думка, 1972. 150 с.

13. Билай В.И., Коваль Э.Э. Аспергиллы: определитель. Киев: Наукова думка, 1988. 204 с.

14. Ярошенко М.О., Шевцова Г.М., Балим Ю.П. Моніторинг контамінантів біотичного походження у кормах для сільськогосподарських тварин Північно-східного регіону України за 2012 рік. *Ветеринарна медицина*. 2013. Вип. 97. С. 500–502.

15. Ярошенко М.О. Плісеневі сапрофіти — біотичні контамінанти кормів як можливе джерело мікозів сільськогосподарської птиці. *Ветеринарна медицина*. 2016. Вип. 102. С. 235–240.

16. Ярошенко М.О., Куцан О.Т., Оробченко О.Л. Моніторинг кормів для ВРХ молочного напрямку продуктивності на наявність плісневих мікроміцетів у господарствах Північно-Східного регіону України. *Ветеринарна біотехнологія*. 2018. № 32. С. 602–610.