

БИОРЕМЕДИАЦИЯ НОВЫХ МИКОТОКСИНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОДУКТА ПРЕМИУМ-КЛАССА

ЙОГ РАЙ, Х. ФАРКАШ, С. ЧУЙИЧ, З. ЯКОВЧЕВИЧ, М. ВАСИЛЬЕВИЧ, компания PATENT Co., Республика Сербия

Микотоксины — это вторичные метаболиты, продуцируемые различными плесневыми грибами. Большинство из них вырабатывается плесневыми грибами родов *Aspergillus*, *Fusarium* и *Penicillium sp.* В настоящее время наиболее изучены шесть видов микотоксинов, загрязняющих пищевые и кормовые продукты: афлатоксины, дезоксиниваленол (ДОН), Т-2 токсин, фумонизины, охратоксин и зеараленон. Основные воздействия данных токсинов на продуктивность и здоровье продуктивных животных хорошо известны. С учетом этого разработаны нормативные рекомендации, регламентирующие их максимально допустимые уровни в продуктах питания и кормах. И хотя в последние годы тестирование и контроль микотоксинов расширились, многие виды по-прежнему остаются неидентифицированными. Одной из категорий, вызывающих растущую озабоченность, являются «новые» микотоксины. Они, подобно дезоксиниваленолу, Т-2 токсину и зеараленону, обычно продуцируются различными плесневыми грибами рода *Fusarium*. Кроме того, поскольку плесени вырабатывают множество микотоксинов под воздействием одних и тех же стрессовых факторов окружающей среды, есть основания полагать, что новые микотоксины будут являться сопутствующими контаминантами кормов, наряду с основными их видами (К. Грубер-Дорнингер и др., 2017; Т.И. Эквомаду и др., 2020). Тем не менее исследования показывают, что новые токсины начинают быстро преобладать в кормовом зерне злаковых культур, таких как кукуруза, пшеница, ячмень и т.д., которые могут содержать и другие микотоксины, относящиеся к родам *Fusarium* (К. Грубер-Дорнингер и др., 2017; Т.И. Эквомаду и др., 2020; Марика Джестой, 2008). Например, в кукурузе, собранной со всей территории США, было обнаружено в среднем 7,5 видов микотоксинов, при этом 90,3 и 97,1% образцов содержали ДОН и новые микотоксины, соответственно (<https://www.porkbusiness.com/article/continue-testing-mycotoxins>). Исследования, проведенные компанией PATENT Co. (Сербия) в 2022 г., также продемонстрировали высокую распространенность новых микотоксинов в кукурузе <https://mycotoxinsite.com/higher-prevalence-fumonisin-fusaric-acid-2022-harvested-corn/?lang=en>.

Краткая справка о новых микотоксинах представлена ниже.

Фузариевая кислота (рис. 1) — это микотоксин, который продуцируется плесневыми грибами рода *Fusarium*. Он оказывает синергетическое действие (повышает токсичность и потенциальное воздействие на сельскохозяйственных животных) в сочетании с vomitоксином (ДОН) и с другими трихотеценами (включая Т-2 и НТ-2 токсины), а также с фумонизинами и зеараленоном.

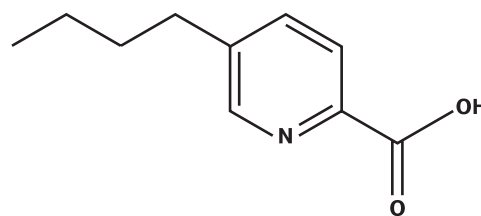
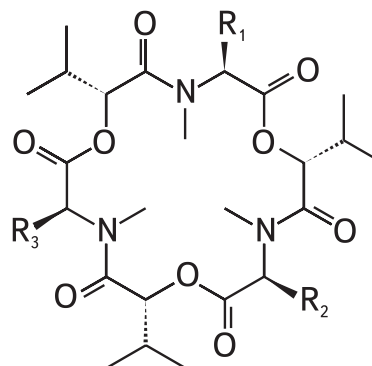


Рис. 1. Структурная формула фузариевой кислоты

Энниатины (рис. 2) продуцируются несколькими плесневыми грибами, в том числе *F. avenaceum*, *F. oxysporum* и *F. tricinctum*. В настоящее время в зерне злаковых идентифицировано 29 различных энниатинов, среди которых наиболее часто встречаются энниатины А, А1, В и В1.



ENN	R1	R2	R3
A	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃
A ₁	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃) ₂
B	CH(CH ₃) ₂	CH(CH ₃) ₂	CH(CH ₃) ₂
B ₁	CH(CH ₃) ₂	CH(CH ₃) ₂	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃

Рис. 2. Структурная и молекулярная формулы энниатинов

Токсичность энниатинов основана на их ионофорных свойствах, позволяющих им переносить катионы через мембраны, нарушая тем самым физиологические уровни ионов (К. Грубер-Дорнингер и др., 2017). Хотя они и токсичны в искусственных условиях, демонстрируют исследования, но быстро метаболизируются, в результате чего их токсичность снижается (Марика Джестой, 2008).

Токсичность **боверицина** (рис. 3), как и энниатинов, обусловлена его ионофорным характером. Боверицин продуцируется плесневыми грибами родов *F. proliferatum* и *F. verticillioides* и встречается вместе с энниатинами в пшенице и фузариозом В1 в кукурузе, а с ДОН, зеараленоном и Т-2 токсином — в ячмене (Марика Джестой, 2008). Однако накопление боверицина, обнаруженное в яичных желтках, впоследствии не сказалось на продуктивности цыплят-бройлеров, как и контаминация потребляемого комбикорма этим микотоксином в количестве 2,5 ppm (К. Грубер-Дорнингер и др., 2017; Рамос и др., 1996).

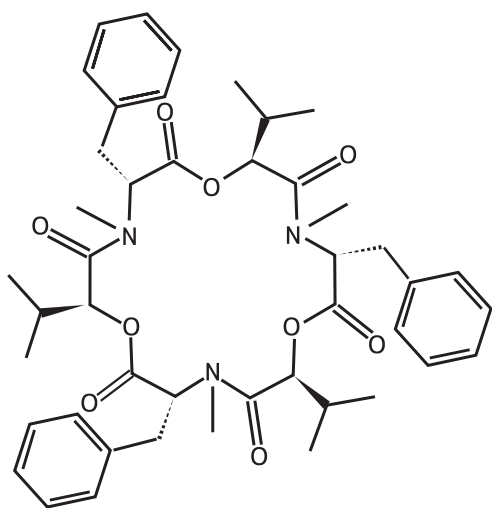


Рис. 3. Структурная формула боверицина

Монилиформин (рис. 4) представляет собой высокополярный микотоксин, который ингибирует ферменты цикла трикарбоновых кислот (ЦТК), изменяя тем самым клеточный метаболизм. Под воздействием монилиформина в лабораторных условиях происходит поражение в основном сердечной мышцы у птицы, а также наблюдаются нарушение иммунной функции и снижение продуктивности. Монилиформин продуцируется различными плесневыми грибами родов *Fusarium*, а также *Penicillium melanosporium*. Предполагается, что по сравнению с другими новыми микотоксинами он более токсичный (Марика Джестой, 2008).

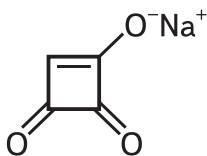


Рис. 4. Структурная формула монилиформина

MycosRaid — это продукт премиум-класса, разработанный компанией PATENT Co. для биоремедиации (дезактивации) полярных и неполярных микотоксинов. Согласно данным отчета препарат MycosRaid был протестирован при pH 3,0 на адсорбцию и при pH 6,5 на десорбцию новых микотоксинов.

МЕТОДОЛОГИЯ

Для изучения адсорбционных свойств MycosRaid было проведено научное исследование. Навеску продукта в количестве по 100 мг поместили в две пробирки типа Фалькон объемом 15 мл, при помощи автоматического дозатора добавили 10 мл 0,1 М фосфатного буферного раствора, доведенного до pH 3 и содержащего 2 ppm монилиформина, фузариевой кислоты, боверицина, энниатина, энниатина А, А1 и Б. Для определения потерь из-за неспецифического связывания и устранения экзогенных пиков использовали контроль: в отдельную пробирку Фалькон добавляли 10 мл 0,1 М фосфатного буферного раствора с pH 3 и продукт MycosRaid.

Пробирки помещали на вращающийся шейкер (ротатор) на 30 минут при температуре 37°C. После инкубации тестируемый и контрольный образцы центрифугировали при 4200 об/мин в течение 5 минут. Затем 100 мкл супернатанта (жидкость над осадком) переносили в хроматографическую вialу и добавляли 900 мкл растворителя, который состоял из ацетонитрила и воды в соотношении 50:50 и 0,1% муравьиной кислоты. Аликвота исходного тестируемого буферного раствора микотоксина с pH 3 использована в качестве стандартного для каждого микотоксина. Все образцы анализировали с применением метода жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией (ЖХ-МС/МС).

ДЕСОРБЦИЯ

Супернатант удаляли из пробирок, а к осадку добавляли 4 мл буфера с pH 6,5. Пробирки помещали на шейкер-ротатор и встряхивали в течение 30 минут при температуре 37°C. После инкубации образцы (тестируемый и контрольный) центрифугировали при 4200 об/мин в течение 5 минут. Супернатант в количестве 500 мкл переносили в вialу и добавляли 500 мкл растворителя (ацетонитрил с 0,2% муравьиной кислоты). Анализ проводили методом ЖХ-МС/МС.

РАСЧЕТЫ

Эффективность связывания микотоксинов препаратом определяли путем измерения их содержания в растворах методом ЖХ-МС/МС и расчета количества (%) связанного микотоксина.

Количество связанных препаратом микотоксинов, мкг = Исходная концентрация микотоксина (2 ppm, или 20 мкг) в тестируемом растворе при pH 3 — концентрация микотоксина в тестируемом растворе при pH 3 после инкубации в течение 60 мин.



Адсорбция, % = (Исходная концентрация микотоксина в растворе — концентрация микотоксина в растворе после инкубации) × 100 / Концентрация микотоксина в исходном растворе.

Десорбция микотоксинов, % = (Количество связанных микотоксинов в тестируемом растворе при pH 6,5 — количество связанных микотоксинов в растворе pH 6,5 после инкубации) × 100 / Количество связанных микотоксинов в тестируемом растворе.

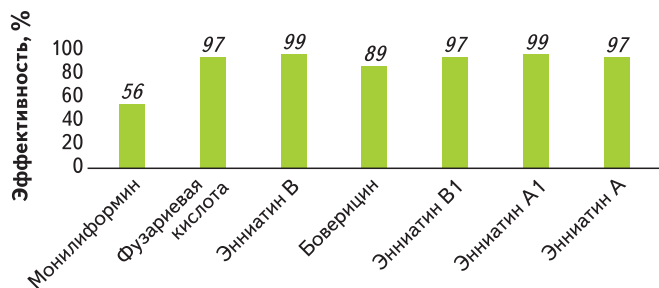


Рис. 5. Эффективность продукта MycoRaid против новых микотоксинов, %

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общая эффективность препарата MycoRaid в отношении новых микотоксинов показана на рисунке 5. Она была рассчитана на основании данных об адсорбции и десорбции, которые свидетельствуют о реальном связывании микотоксинов. Так, MycoRaid может эффективно удалять 56% монолиформина, 89% боверицина и более 95% фузариевой кислоты и энниатина.

ВЫВОДЫ

Ввиду отсутствия информации о токсичности и распространенности новых микотоксинов сложно оценить их влияние на здоровье и продуктивность животных. Однако эти микотоксины с большой вероятностью будут развиваться наряду с основными их видами, загрязняя зерно, которое используется в кормлении животных, и таким образом попадать в животноводческую продукцию. Поэтому необходимо применять стратегию ремедиации для минимизации переноса микотоксинов от животных к человеку. ■

Список литературы предоставляется по запросу.



ИНФОРМАЦИЯ

На Ожерельевском комбикормовом заводе с весны 2023 г. проводится глобальная реконструкция, направленная на повышение мощности на 66%. Производительность будет увеличена с 50 до 80 т комбикормов в час, в месяц прибавится 20 т. В составе завода комбикормовый цех мощностью 1100 т в сутки, элеватор на 56 тыс. т зерна единовременного хранения, склад готовой продукции, производственная технологическая лаборатория и офисное здание. Вырабатываемые заводом комбикорма предназначены для кормления собственного поголовья птицы компании «Черкизово». В рамках реконструкции уже завершено строительство новой котельной мощностью 8 тыс. т пара в час.

Ожерельевский комбикормовый завод является лидером по производству комбикормов в Подмосковье, а после реконструкции, которую планируют завершить во втором квартале 2024 г., еще плотнее закрепит свои лидирующие позиции. Он был построен в Кашире в 1974 г.

С 2011 г. предприятие входит состав группы компаний «Черкизово».

По материалам riato.ru

«Птицефабрика Снявинская имени 60-летия Союза ССР» приступила к строительству нового птичника на своем предприятии в Кировском районе Ленинградской области, сообщила пресс-служба областного правительства. В новом птичнике одновременно будут содержаться 550 тыс. голов птицы. Новые мощности позволят увеличить производство яиц в регионе на 170 млн шт. в год. «Это будет крупнейший в Европе птичник. Работы идут в рамках исполнения поручения по увеличению производства яиц. Область, при ежегодном объеме производства яиц в 3,5 млрд, что составляет около 600% от собственных потребностей региона, работает над увеличением их производства. При этом область построила репродукторы I и II порядка по выращиванию племенной птицы мясного и яичного птицеводства, обеспечивая бесперебойное производство продукции птицепрома», — приводятся

в сообщении слова зампреда правительства региона — председателя комитета по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Олега Малащенко.

По материалам interfax.ru/business

В Новосибирской области компания «Сибagro» вложит в расширение и модернизацию крупнейшего в регионе Кудряшовского свиного комплекса более 3 млрд руб., первая очередь предприятия находится в селе Криводановка. Завод производит свыше 93% всей свинины в регионе. Проектом предусмотрено возведение нового комбикормового завода, комплекса по приемке и сушке зерна. Модернизация первой очереди мясокомбината обойдется в 1,2 млрд руб., других проектов — около 2 млрд руб. Работы стартуют в начале 2024 г. В числе проектов — пункт по приемке, холодильной обработке и хранению мяса, реконструкция некоторых участков. Мясокомбинат был запущен в Криводановке в 1976 г., износ производственных мощностей более 30%.

По материалам sibirnews.ru