

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Научно-практический центр по земледелию

С. В. Абраскова
Ю. К. Шашко
М. Н. Шашко

БИОЛОГИЧЕСКАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ
КОРМОВ

Репозиторий БарГУ



Минск
«Беларуская навука»
2013

УДК 636.085.34

Абраскова, С. В. Биологическая безопасность кормов / С. В. Абраскова, Ю. К. Шашко, М. Н. Шашко – Минск: Беларус. навука, 2013. – 258 с. – ISBN 978-985-08-1614-6.

В монографии обобщены накопленные фактические данные о современном состоянии проблемы качества консервированных кормов для сельскохозяйственных животных, наиболее распространенных опасных соединениях (амины, нитрозамины, вторичные метаболиты микроскопических грибов), которые могут накапливаться в условиях обострения фитосанитарной ситуации, нарушения основных технологических приемов выращивания, заготовки, хранения и использования; рассматриваются предупредительные меры по ограничению контаминации кормов – важных составляющих не только сохранения урожая кормовых растений, продуктивности животных, но и здоровья человека.

Книга предназначена для биологов, токсикологов, экологов, специалистов и руководителей АПК, научных сотрудников НИИ, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Табл. 40. Ил. 9. Библиогр.: 186 назв.

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. Ф. Радчиков,
доктор сельскохозяйственных наук А. А. Хоченков,
кандидат сельскохозяйственных наук В. П. Цай.

ISBN 978-985-08-1614-6

© Абраскова С. В., Шашко Ю. К.,
Шашко М. Н., 2013

© Оформление. РУП «Издательский
дом «Беларуская навука», 2013

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

| | |
|------------|--|
| а. е. м. | – атомные единицы массы |
| АМС | – амилотический стрептококк |
| Б | – буферная емкость корма |
| БАВ | – биологически активные вещества |
| БВМД | – белково-витаминно-минеральные добавки |
| БГКП | – бактерии группы кишечной палочки |
| БЭВ | – безазотистые экстрактивные вещества |
| ВДП | – возвратные болезни дыхательных путей |
| ВДГ | – водно-диспергируемые гранулы |
| ВР | – водный раствор |
| ВСП | – Ветеринарно-санитарные правила (Правила) |
| ВЭ | – водная эмульсия |
| ВЭЖХ | – высокоэффективная жидкостная хроматография |
| ГЖХ | – газожидкостная хроматография |
| ГУВ МСХП | – Главное управление ветеринарии Министерства сельского хозяйства и продовольствия |
| ГУ РЦГЭиОЗ | – Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» |
| д. в. | – действующее вещество |
| ДОН | – дезоксиниваленол |
| ЖКТ | – желудочно-кишечный тракт |
| ИФА | – иммуноферментный анализ |
| КМЭ | – концентрат микроэмульсии |

| | |
|--|---|
| КОЕ | – колониеобразующие единицы |
| КРС | – крупный рогатый скот |
| КС | – концентрат суспензии |
| КФ | – коэффициент ферментации |
| КЭ | – концентрат эмульсии |
| ЛД ₅₀ | – полумлетальная доза |
| ЛЖК | – летучие жирные кислоты |
| МВИ | – методика выполнения измерений |
| МДД | – минимально действующая доза |
| МДУ | – максимально допустимый уровень |
| МКБ | – молочнокислые бактерии |
| МС | – двухмерная масс-спектрометрия |
| МТЗ | – масса тысячи зерен |
| ОЭ | – обменная энергия |
| ПДК | – предельно допустимая концентрация |
| ПКБ | – пропионовокислые бактерии |
| РИА | – радиоиммунный анализ |
| РКОА | – реакция коагуляции |
| РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» | – Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» |
| РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» | – Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» |
| С | – содержание сахара или водорастворимых углеводов |
| СВ | – сухое вещество |
| СК | – суспензионный концентрат |
| СОЭ | – скорость оседания эритроцитов |
| СЭ | – суспензионная эмульсия |
| ТНПА | – технические нормативные правовые акты |
| ТСХ | – тонкослойная хроматография |
| ТФЭ | – твердофазная экстракция |
| ХОБЛ | – хроническая обструктивная болезнь легких |

| | |
|-------------------|--|
| ЦНИЛ хлебопродукт | – Центральная научно-исследовательская лаборатория |
| ЦНС | – центральная нервная система |
| ФИА | – флуорогенные методы флуоресцентно-индикаторной адсорбции |
| ЭМИЗ | – энзимомикозное истощение зерна |
| ФНВ | – Fusarium Head Blight – фузариоз колоса |
| pH | – реакция водородных ионов |
| sp. | – species (вид) |

Репозиторий БарГУ

ВВЕДЕНИЕ

О необходимости улучшения кормовой базы, соблюдении основных технологических требований при заготовке объемистых кормов много говорится, особенно в последние годы. По оценкам ученых, от количества и качества потребляемых кормов продуктивность и здоровье животных зависят до 60–70%, а недочеты при проведении процесса консервирования вызывают не только значительные потери питательных веществ, но и снижение безопасности заготавливаемых кормов. Длительная закладка на хранение, плохое уплотнение и защита закладываемой массы от воздуха приводят к гнилостным процессам во время хранения; загрязнение почвой – к повышению доли «неправильной ферментации», в том числе маслянокислому брожению; при нарушении правил выемки корма – к активизации развития возбудителей аэробной порчи и т. д.

Количество случаев загрязнения кормов для сельскохозяйственных животных токсигенными метаболитами (амины, нитрозамины, микотоксины и др.) нежелательных микроорганизмов, участвующих в процессах ферментации, значительно увеличилось. Результаты исследований свидетельствуют об обострении микотоксинологической ситуации в нашей стране: микотоксинами загрязнено 40–45% исследованных проб кормов, причем в 6% случаев наблюдается превышение ПДК. При анализе, к примеру, на микотоксин ДОН положительными были 86% образцов зерна, в том числе в Витебской области – 84,0; Могилевской – 91,8 и Гомельской – 75,5%. Наиболее распространены ДОН и Т-2 токсин – в комбикормах, зеараленон и Т-2 токсин – в зерне кукурузы.

Контаминация токсигенными микроорганизмами разных видов кормов может происходить на всех этапах выращивания и производства, поэтому необходимо проводить анализ в начале возникновения патогенного процесса – поражение семян. Учитывая то, что в 70% случаев болезней растений передаются через семена (20% – через почву, 10% – через растительные остатки), установление причин усиления вредоносности микобиоты семян, путей обеспечения их высоких фитосанитарных и посевных качеств имеет первостепенное значение. Фитосанитарный мониторинг показывает, что в последние годы идет нарастание поражения растений возбудителями. Так, фузариоз злаковых культур получил глобальное распространение, на основании чего эта болезнь внесена в перечень особо опасных заболеваний.

В связи с появлением новой информации о микотоксинах, которые распространены повсеместно, воздействуют почти на все органы и наносят большой экономический ущерб, важно систематизировать зооантропонозные заболевания – общие для человека, животных и птицы, их клинические признаки и современные методы профилактики и лечения.

Современный контроль и обеспечение безопасности должен предусматривать предупреждение заболеваний. Они заключаются в выявлении зон распространения продуцентов токсинов, составлении ориентировочного прогноза возникновения микотоксикозов и других заболеваний животных. Использование адсорбентов, позволяющих не только снизить вред, но и усилить иммунный ответ (иммуностимулирующее действие) у животных, получивших зараженный корм, – лишь частичное решение данной проблемы. Для предотвращения воздействия токсигенных соединений на животных и человека через зараженное растение, корм или продукты животноводства, их предельно допустимое содержание необходимо постоянно уточнять. Для этого необходима разработка современных способов определения качества кормов, в том числе аналитических методов обнаружения микотоксинов (тест-системы, экспресс-анализы), а также других токсигенных соединений в кормах для сельскохозяйственных животных.

Состав и качество кормов во многом определяет продуктивность и физиологическое состояние сельскохозяйственных животных. Микроскопические грибы и бактерии играют большую роль в процессах приготовления и хранения зерна и продуктов его переработки, сена, силоса, сенажа [3, 5, 9, 11, 42, 68, 69, 86, 94, 107]. Результатом отступлений от технологических требований выращивания кормовых культур, нарушения правил консервирования в период заготовки кормов, их хранения и скармливания являются высокие потери питательных веществ, которые не являются биологически обусловленными или неизбежными.

Микрофлора кормов может быть представлена эпифитными, патогенными микроорганизмами (кlostридии, энтеробактерии, фузарии и др.), а также «плесенями хранения», которые попадают из почвы, с пылью, дождем (аспергиллы, пенициллы и др.). Их численность и видовой состав может увеличиваться в тех случаях, когда создаются условия для их развития. При наличии вышеперечисленных микроорганизмов в кормах не только снижается их качество и питательность, но могут вырабатываться токсины, вызывающие различные заболевания у сельскохозяйственных животных.

1.1. Научные основы заготовки зернофуража, силоса, сенажа

Видовой состав и количество микрофлоры *зерна* сильно колеблется в процессе хранения, меняется и процентное соотношение микроорганизмов различных групп [51, 54, 87, 90]. На развитие микроорганизмов в зерне влияют влажность зерно-

вой массы, температура, аэрация, целостность зерна, количество и видовой состав примесей. Основным фактором, способствующим развитию микрофлоры на зерне, является влажность. Однако потребность во влаге у различных микроорганизмов не одинаковая. Исходя из этого, все микроорганизмы делят на три группы: гидрофиты, мезофиты и ксерофиты.

Гидрофиты – микроорганизмы, способные развиваться при относительной влажности воздуха, близкой к насыщению 100%; минимальный предел для их развития – 90%. Типичными гидрофитами являются бактерии, многие дрожжи.

Мезофиты – микроорганизмы, развивающиеся на средах влажностью близкой к 100%. Многие из них могут развиваться при влажности 80–90%.

Ксерофиты развиваются при относительной влажности воздуха 90–95%, нижний предел для их развития – 70–79%.

Большинство грибов относится к мезофитам и ксерофитам.

Зерно является живым субстратом и на поверхности содержит защитные вещества типа фитоалексинов, препятствующие развитию грибов. Зерно низкой влажности (12–14%), как правило, хорошо сохраняется и общее число микроорганизмов уменьшается [51, 90].

Грибная флора свежесобранного зерна может быть представлена сапротрофными микроорганизмами, включающими эпифитные и случайно попадающие плесневые грибы, а также фитопатогенными грибами, среди них – облигатными и факультативными паразитами.

На начальном этапе хранения зерна преобладают «полевые» грибы, попадающие на зерно в период вегетации растений, такие как фузарии и альтернария. При дальнейшем хранении зерна эпифитная микрофлора, а также факультативные паразиты постепенно вытесняются так называемыми «плесенями хранения».

Таким образом, в зерне преобладают грибы аэробы. В зерне, заложенном в хранилище, еще есть воздух (кислород) в межзерновых пространствах, но при создании анаэробных условий (ограничение доступа воздуха) количество кислорода

сокращается, накапливается углекислый газ, подавляющий развитие микрофлоры. Такая герметизация достигается полной загрузкой емкостей зерном и его укрытием.

Процессы ферментации являются одной из ключевых составляющих консервирования *зеленой массы*, основная цель которого – сохранение выращенного урожая с кормовой ценностью, максимально возможной по количеству и качеству, и при разумных экономических затратах. Одним из основных условий получения высококачественного *силоса* является быстрая и надежная изоляция заложенной массы от воздуха с целью ограничения дыхания растительных клеток, предотвращения развития аэробных микроорганизмов, сохранения основного количества фитонцидных веществ зеленых растений. Из практики известно, что для защиты укладываемой на силос массы от доступа воздуха ежедневная толщина уложенного слоя в уплотненном виде должна составлять не менее 0,8 м. Впоследствии было выявлено, что такая укладка необходима для сохранения фитонцидов растений в виде газообразных соединений (окислы азота, сероводород, сернистый газ и др.). Сразу после укладки массы в присутствии кислорода (*1 фаза брожения – аэробная*) они начинают выделяться из растительных клеток и обеспечивают ее сохранение в течение 2–3 суток до начала интенсивного развития молочнокислого брожения. Эти газообразные соединения обладают бактерицидными свойствами в отношении гнилостных бактерий, которые по количеству являются основными представителями эпифитной (на поверхности растений) микрофлоры. На жизнедеятельность молочнокислых бактерий они практически не влияют. В дальнейшем консервирование закладываемой на хранение растительной массы обеспечивается молочной, частично уксусной кислотами, которые образуются при сбраживании сахаров молочнокислыми бактериями. По мере подкисления среды жизнедеятельность гнилостных, маслянокислых и других нежелательных бактерий замедляется, и как только активная кислотность (рН) консервируемых растений достигнет значения 4,0–4,2, их развитие прекращается.

Следующим условием нормального течения процессов брожения является наличие водорастворимых сахаров в растениях и активной молочнокислой микрофлоры, способной подавить гнилостные, маслянокислые и другие нежелательные микроорганизмы (2 фаза брожения – *анаэробная*). Успех естественного силосования определяется тем, насколько интенсивно протекает молочнокислое брожение в начальной фазе по сравнению с другими нежелательными процессами брожения. Консервирование зеленого корма с помощью молочной кислоты возможно лишь в том случае, когда ее содержание быстро повысится до уровня выше 1%. При этом принципиально важной является не только степень, но и скорость подкисления. В кислой среде тормозится размножение как нежелательной микрофлоры, так и самих молочнокислых бактерий (3 фаза брожения – *стабильная*). Силос уже к 120 дню отличается стойкостью (табл. 1).

Таблица 1. Образование молочной кислоты в силосе, %
(В. Шмидт, Г. Веттерау, 1975)

| День после закладки силоса | pH | Молочная кислота |
|----------------------------|-----|------------------|
| 5 | 3,9 | 1,24 |
| 10 | 3,8 | 1,59 |
| 15 | 3,8 | 1,97 |
| 20 | 3,8 | 2,49 |
| 120 | 3,9 | 2,21 |

Однако «молодой» силос (40-дневного хранения) в открытых силосохранилищах, как правило, самсогревается, и могут начаться нежелательные процессы плесневения и др.

Помимо подкисления растительной массы, значение молочнокислых бактерий заключается в бактерицидном действии недиссоциированной молекулы молочной кислоты и способности их образовывать специфические антибиотические и др. биологически активные вещества.

В процессе молочнокислого брожения, протекающем в благоприятных условиях, *гомоферментативные* молочнокислые бактерии образуют из глюкозы, фруктозы, маннозы,

галактозы, а также пентоз (ксилоза, арабиноза), дисахаридов (лактоза, мальтоза, сахароза), полисахаридов (декстрины) преимущественно молочную кислоту. Выход молочной кислоты составляет 95–97%. Одновременно образуются следовые количества этилового спирта, летучих кислот, в том числе уксусной, фумаровой и др. Из легкоферментируемых углеводов извлекается значительно меньше энергии, чем при других (аэробных) процессах энергетического обмена. Тем не менее, этот путь энергетических превращений при достаточном уровне сахаров обеспечивает быстрое развитие гомотермативных молочнокислых культур. **Гетероферментативные** формы молочнокислых бактерий менее желательны, т. к. выход энергии на 1 моль глюкозы оказывается на 1/3 ниже, чем у гомотермативных: потери энергии составляют 39,3% при образовании ими уксусной кислоты и других побочных продуктов брожения. Кроме того, содержание уксусной кислоты в корме нормативно ограничено (не более 50%), несмотря на то, что она обладает при pH 4,0–4,2 ярко выраженным антимикробным действием [24].

Необходимо заранее знать, хватит ли сахара в массе для подкисления корма до оптимального уровня pH, чтобы управлять процессом консервирования. Отношение содержания сахара или водорастворимых углеводов (С) к буферной емкости (Б) – расход молочной кислоты на подкисление корма до pH 4,0–4,2 является важным показателем силосуемости кормовых культур [12, 23]. Отношение этих двух параметров означает, во сколько раз потребность в молочной кислоте превышает содержание легкоферментируемых углеводов в растительном материале. «Сбраживаемость» той или иной культуры определяется также ее влажностью – отношением сухого вещества (СВ) и С/Б. Несмотря на низкое отношение С/Б, можно избежать плохого брожения путем провяливания трав. Чем ниже С/Б, тем выше должно быть содержание СВ для ограничения развития нежелательной группы микроорганизмов – маслянокислых бактерий (кlostридий), и, следовательно, успешного хода силосования.

Минимальное содержание сухого вещества ($СВ_{\text{мин}}$), которое требуется для компенсации дефицита углеводов, увеличивается по мере уменьшения отношения С/Б и оно может быть рассчитано по следующему уравнению [12, 23]:

$$СВ_{\text{мин}} = 45 - 8 \text{ С/Б, \%}$$

Кроме того, было показано, что обеспечение $СВ_{\text{мин}}$, согласно вышеприведенному уравнению, не всегда достаточно, чтобы предотвратить маслянокислое брожение. Силосуемая масса должна, помимо этого, содержать определенную концентрацию нитратов [135, 145, 174, 180, 181]. Нитраты трансформируются в нитриты на ранних стадиях брожения, предотвращая таким образом развитие клостридий, пока не наступит критический уровень рН. Минимально необходимая концентрация нитратов – предмет бурных обсуждений [77, 146–148, 165, 182–183]. Однако, основываясь на экспериментальных данных многочисленных опытов по силосованию сырья из самых разных видов растений, достаточным, как правило, оказалось содержание **нитратов в количестве 0,5–1 г/кг СВ**. Эпифитные молочнокислые бактерии (МКБ), при их содержании минимум 10^5 КОЕ/г натурального корма, могут компенсировать нехватку нитратов и способствовать хорошему качеству брожения.

Если необходимое подкисление проявленных до содержания сухого вещества 30% и более трав создается довольно продолжительное время (эпифитных молочнокислых бактерий в 1 г проявленной массы менее 10^5 КОЕ) и содержание нитритов и окислов азота ниже порогового уровня успевает образоваться некоторое количество масляной кислоты. Следовательно, быстрое подкисление корма до предела, исключая развитие в нем всех нежелательных бактерий, является более предпочтительнее, чем медленное заквашивание богатых нитратами проявленных трав, когда в силосе устраняется лишь жизнедеятельность маслянокислых бактерий. Это связано, во-первых, с возможностью образования в корме богатым нитратами токсичных нитрозаминов, обладающих канцерогенными свойствами и передающихся с мясом

и молоком человеку. Во-вторых, устранение маслянокислого брожения является не единственной задачей, которую следует решать при заготовке силоса из проявленных трав. Продукты восстановления нитратов не оказывают отрицательного влияния на энтеробактерий, развитие которых в силосе крайне нежелательно. Представителей данной группы бактерий (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Serratia*, *Proteus*, *Yersinia*, *Erwinia*) можно обнаружить в составе эпифитной микрофлоры растений, особенно при использовании высоких доз органических удобрений на пастбищах. Некоторые виды являются патогенными для животных и человека.

Энтеробактерии крайне нежелательны в процессе силосования. Во-первых, это связано с тем, что наличие большого количества энтеробактерий служит индикатором возможного заражения силосуемой массы родственными штаммами патогенных бактерий (*Listeria monocytogenes* и др.). Во-вторых, присутствие значительного числа энтеробактерий и их продолжительная активность приводит к большим потерям питательных веществ и снижению качества полученного корма, так как они являются прямыми конкурентами молочнокислых бактерий в нерациональном сбраживании сахаров с большими потерями энергии и образованием различных продуктов (муравьиной, молочной, уксусной, янтарной кислот, 2,3-бутандиола или CO_2 , H_2 и др.).

При силосовании в проявленном виде высокобелковых бобовых трав с необеспеченным сахарным минимумом энтеробактерии не получают сколько-нибудь заметного развития в отличие от свежескошенных растений. При силосовании злаковых трав в свежескошенном виде зачастую отмечается очень высокая активность газообразующих энтеробактерий. Однако при правильном силосовании устранить жизнедеятельность энтеробактерий несложно. Они не выдерживают высокой кислотности и, в отличие от молочнокислых бактерий, погибают при быстром снижении pH корма до значения 4,3–4,5.

По предложению L. Schmidt [182], СВ и С/Б могут быть объединены в один параметр, который называют коэффициентом ферментации (КФ):

$$\text{КФ} = \text{СВ} + 8 \text{ С/Б}, \%$$

Травы с $\text{КФ} < 35$ относятся к трудносилосуемым, тогда как с $\text{КФ} > 45$ – к легкосилосуемым.

В таблице 2 обобщены данные по силосуемости основных силосных культур в Европе [23]. Благодаря высокому отношению С/Б райграсы (виды *Lolium*) легче силосуются, чем все другие виды злаков, а последние лучше, чем бобовые.

Целые растения зернофуражных культур и кукуруза силосуются без проблем. В самых неблагоприятных условиях необходимый минимум сухого вещества ($\text{СВ}_{\text{мин.}}$) должен быть для райграсов примерно 30%, для клевера лугового и злаков – 35%, для люцерны – 40%.

Сахаров должно содержаться не менее чем в 1,7 раза выше буферной емкости свежескошенных растений (сахаро-буферное отношение $\geq 1,7$) и не менее чем в 1,3 раза больше (сахаро-буферное отношение $\geq 1,3$) при силосовании провяленной до содержания сухого вещества 30–35% зеленой массы (при уровне кислотности 4,4–4,6) [88].

Содержание сахара, буферная емкость и, соответственно, сахаро-буферное отношение важнейших кормовых культур колеблется в широких пределах. Показатель силосуемости зависит от вида растений, стадии их вегетации, дозы внесения азотных удобрений, кратности укоса, типа почвы.

Основные сахара бобовых растений (клевера, люцерны, донника, эспарцета и др.), которые доступны для молочнокислых бактерий (моносахариды – преимущественно пентозы, а также и гексозы), содержатся в небольших количествах – в среднем 0,5% в сухом веществе. Некоторые исследователи отмечают снижение содержания растворимых углеводов (дисахарида сахарозы) у бобовых и, следовательно, сахаро-буферного отношения $\leq 1,3$ по мере их созревания, поэтому они относятся к трудно- и несилосуемым [94]. Плохая силосуемость бобовых трав усугубляется, если содержание сухого вещества не достигает 25%. Из такого исходного сырья получается силос с высоким уровнем рН;

Таблица 2. Показатели продуктивности кормовых культур при соблюдении параметров технологий (Ф. Вайсбах, 2012)

| Культура | Стадия развития | Уровень азотного удобрения | СВ, % | г/кг СВ | | С/Б | СВ _{мин} г/кг | КФ | |
|-----------------------|-----------------|----------------------------|-------|-----------|----------------------|-----|------------------------|------------------|-----------------------|
| | | | | Сахар (С) | Буферная емкость (Б) | | | без провяливания | Провяливание (СВ 30%) |
| Злаки | | | | | | | | | |
| Райграс, преобладание | основной укос | низкий | 18 | 220 | 55 | 4,0 | 20 | 50 | 62 |
| | | средний | 18 | 180 | 55 | 3,3 | 20 | 44 | 56 |
| | | высокий | 18 | 160 | 55 | 2,9 | 22 | 41 | 53 |
| | отавы | низкий | 22 | 140 | 55 | 2,5 | 25 | 42 | 50 |
| | | средний | 22 | 120 | 55 | 2,2 | 28 | 39 | 47 |
| | | высокий | 22 | 100 | 55 | 1,8 | 30 | 37 | 43 |
| Прочие злаки | основной укос | низкий | 18 | 120 | 50 | 2,4 | 26 | 37 | 49 |
| | | средний | 18 | 100 | 50 | 2,0 | 29 | 34 | 46 |
| | | высокий | 18 | 80 | 50 | 1,6 | 32 | 31 | 43 |
| | отавы | низкий | 22 | 100 | 50 | 2,0 | 29 | 38 | 46 |
| | | средний | 22 | 90 | 50 | 1,8 | 31 | 36 | 44 |
| | | высокий | 22 | 70 | 50 | 1,4 | 34 | 33 | 41 |
| Бобовые | | | | | | | | | |
| Клевер луговой | все укосы | | 20 | 100 | 70 | 1,4 | 34 | 31 | 41 |
| | | | 20 | 60 | 80 | 0,8 | 39 | 26 | 36 |

| Зернофуражные культуры | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------|--|----|-----|----|-----|----|----|--|--|
| Ячмень | молочная | | 30 | 140 | 40 | 3,5 | 20 | 58 | | |
| | восковая | | 40 | 70 | 35 | 2,0 | 29 | 56 | | |
| Пшеница | молочная | | 30 | 120 | 40 | 3,0 | 21 | 54 | | |
| | восковая | | 40 | 60 | 35 | 1,7 | 31 | 54 | | |
| Кукуруза | молочная | | 25 | 190 | 35 | 5,4 | 20 | 68 | | |
| | восковая ранняя | | 30 | 130 | 32 | 4,1 | 13 | 63 | | |
| | восковая | | 35 | 80 | 30 | 2,7 | 24 | 56 | | |

в нем всегда обнаруживается значительное количество аммиака – продукта распада белка [9, 12, 94]. Малейшее нарушение технологического режима приводит к дальнейшему накоплению продуктов гнилостного брожения, а также к усилению распада углеводов и накоплению масляной кислоты и другим процессам, подробно рассматриваемым в следующем разделе.

На сырье, богатом углеводами, не наблюдается длительного участия гнилостных бактерий, как на белковом сырье. Здесь они также начинают процесс и доминируют не более 2–3 суток, а затем уступают нарастающему количеству молочнокислых бактерий. Ферментативные процессы в силосуемом сырье, богатом углеводами (9–12% в сухом веществе), характеризуются часто высокой интенсивностью. В результате активной деятельности молочнокислых бактерий и дрожжей в корме остается малое количество водорастворимого сахара.

Исходя из оценки силосуемости, бобовые травы с сахаро-буферным отношением $\geq 1,3$ целесообразно проявлять до содержания сухого вещества 45–50% и готовить сенаж [88]. При таком уровне СВ развитие большинства нежелательных бактерий подавляется (гнилостные, маслянокислые, энтеробактерии и др.), но могут расти плесневые грибы и дрожжи. Однако, размножение плесневых грибов устраняется отсутствием кислорода, которое обеспечивается уплотнением массы и ее герметизацией с помощью воздухо непроницаемой полиэтиленовой пленки. Активное развитие дрожжей (основные конкуренты молочнокислых бактерий) предотвращается преимущественным использованием на сенаж несилосуемых и трудносилосуемых многолетних бобовых трав, характеризующихся содержанием очень ограниченного количества сахара.

Особенности протекания микробиологических процессов в сенаже заключаются в том, что у молочнокислых бактерий осмотическая активность и способность сбраживать сложные углеводы выше, чем у молочнокислых бактерий силоса. Поэтому при создании оптимальных условий для их развития молочная кислота также образуется, но с некоторым смещением во времени. Предпочтительное сенажирование сырья

бобовых трав обусловлено еще и тем, что из него трудно приготовить высококачественное сено из-за больших полевых потерь и нельзя силосовать без использования консервантов даже в провяленном виде из-за больших общих потерь (до 30% и более). Если погода не позволяет провялить до сенажа, необходимо довести содержание сухого вещества до 30–35% и засилосовать с использованием химических консервантов или ферментных препаратов. Механизм действия последних заключается в гидролизе не только крахмала, но и других сложных углеводов, относящихся к группе трудноперевариваемых, и высвобождении дополнительного количества простых сахаров, являющихся основным источником для развития молочнокислого брожения. Клевер луговой, относящийся к группе трудносилосующихся растений (сахаро-буферное отношение $\geq 1,3$), допустимо силосовать в провяленном виде с использованием бактериальных препаратов [88].

Многолетние злаковые травы в ранние фазы могут быть отнесены к легкосилосуемым (сахаро-буферное отношение $\geq 1,7$), а выращенные на торфяниках или подкормленные азотом (100–150 кг/га N) – к трудносилосуемым (сахаро-буферное отношение $\geq 1,3$). В это время растения содержат менее 20% сухого вещества, поэтому их следует силосовать в провяленном до содержания сухого вещества 30–35% виде, используя для ускорения подкисления бактериальные препараты.

Следует понимать, что при создании анаэробных условий, в силу особенностей развития дрожжи находятся в недейтельном состоянии в сырье, богатом сахаром. Их функционирование резко возрастает в момент вскрытия корма и попадания в его толщу воздуха, что и происходит в процессе нарушений правил выемки сенажа из злаковых трав и кукурузного силоса (СВ $>40\%$), заготовленных в траншее. При хранении сенажа в рулонах, обмотанных пленкой, обеспечивающей качественную защиту массы от воздуха, этот нежелательный процесс не успевает развиваться [88].

Таким образом, кукуруза и овес (на зеленый корм), зернофуражные культуры (безобмолотная уборка) хорошо силосуются (сахаро-буферное отношение 3,3–4,0). Фактическое со-

держание в них сахара в 3–4 раза превышает требуемое. При неблагоприятном соотношении С/Б и содержании СВ существует риск плохого качества брожения. Большинство многолетних трав, убранных в оптимальные фазы вегетации максимальной их питательности (бобовые – бутонизацию, большинство злаковых – выход в трубку-начало колошения), не достигают оптимальных величин сахара-буферного отношения. В связи с этим необходимо принимать меры, направленные на обеспечение нужного направления процесса брожения, в том числе проявление, внесение различных добавок, биологических и химических консервантов (раздел 3).

Следовательно, основными консервирующими факторами при силосовании зеленой массы являются активная кислотность (рН) и токсическое действие на нежелательные микроорганизмы молочной кислоты, вырабатываемой молочнокислыми бактериями. В идеальном случае, а именно при достаточном содержании в исходном растительном сырье водорастворимых углеводов и анаэробных условиях молочнокислое брожение занимает доминирующее положение, и всего в течение нескольких дней рН достигает оптимального уровня, при котором прекращаются нежелательные процессы брожения. *Однако нарушение технологического процесса выращивания, уборки, консервирования, правил хранения и использования, т. е. на всех этапах производства, может привести к размножению гнилостной, маслянокислой и др. микрофлоры, снижающей качество и безопасность кормов.*

1.2. Источники контаминации растений и кормов на всех этапах их производства

Негативное прямое или опосредованное действие на ход процессов сохранности кормов могут оказывать эпифиты, облигатные и факультативные паразиты в зависимости от многих факторов.

Природным резервуаром и источником заражения кормов, к примеру, грибами является почва и, в первую очередь, зона, окружающая корни растений – ризосфера. Часть грибов

из ризосферы постепенно переходит на наземные части растений: стебли, листья, семена. В основном эпифиты питаются исключительно продуктами жизнедеятельности растений, не причиняя им вреда. Грибы, вызывающие болезни растений, подразделяют на облигатных и факультативных паразитов.

Облигатные паразиты развиваются только на вегетирующих растениях. Наиболее типичными их представителями являются спорынья, ржавчинные, головневые грибы. *Факультативные* паразиты после гибели вегетирующего растения продолжают развиваться в качестве сапрофитов и принимают участие в процессах порчи кормов во время хранения.

Особое значение имеют факультативные паразиты, являющиеся возбудителями фузариоза, нигроспороза, диплоидоза, гельминтоспориоза растений и др.

Однако, как облигатные паразиты, вызывающие многие болезни пшеницы, ржи, ячменя, овса, кукурузы и других кормовых растений, так и факультативные паразиты – возбудители порчи кормов, могут быть опасными и для сельскохозяйственных животных [36, 51, 54, 66, 90]. Утверждать о преобладании вредоносности для животных одного какого-то гриба нельзя, все зависит от географических зон, в которых доминирующее значение имеет один из грибов. Степень вредоносности одного и того же гриба может сильно варьировать от года к году (головня, спорынья и др.). Нередко более токсичным и распространенным может оказаться гриб малоизвестный или числящийся второстепенным. Поэтому необходимо относиться с большим вниманием к любому грибу-возбудителю болезни злаковых культур, зная, что каждый из них при соответствующих условиях может нанести большой ущерб животноводству.

Фитопатогенная микобиота семенного, фуражного зерна и продуктов его переработки

Многие микроорганизмы – контаминанты кормов могут находиться в латентной форме в **семенах**. В условиях хранения, позволяющих им продолжать жизнеспособность, даже слабые патогены способны проявлять высокие пато-

генные свойства. Среди многочисленных возбудителей инфекции семян грибы играют ведущую роль. Они обычно находятся в почве или переносятся с поля в хранилище. Определенное значение при этом играет снижение качества не только семенного, но и фуражного зерна, которое претерпевает значительные количественные и качественные изменения основных питательных веществ (протеина, жира, их переваримости), а также может содержать вторичные метаболиты грибов – микотоксины.

Особенно подвержены заспорению травмированные семена во время уборки и обмолота. Обнаженный эндосперм зерновок является прекрасным питательным субстратом для многих патогенных грибов и бактерий, приводящих их иногда к полной гибели. В процессе заводской калибровки мелкие или деформированные зерновки не попадают в семенной материал, а *поверхностный* прилипший возбудитель устраняется протравливанием зерна. По размерам зерновки со *скрытой (диффузной)* инфекцией не отличаются от непораженных, поэтому при калибровке проходят в семенной материал. При посеве таких зерновок в почву мицелий гриба начинает расти вместе с тканями хозяина-растения. В неблагоприятных условиях для проростка он может погубить его на ранней стадии развития. Часты случаи, когда проросток выживает, и все же в результате получается слабое растение, склонное к полеганию, дающее пониженный урожай. В этом случае отрицательное воздействие гриба на всхожесть семян определяется количеством зерновок со скрытой инфекцией, подлежащих хранению, а также условиями хранения [16, 54].

Содержание возбудителей болезней семян во многом зависит от агротехники, сорта, условий года и хранения. Так, во влажные годы в период налива и созревания зерна на семенах преобладает гельминтоспориозная инфекция и фузариоз, а при более засушливых условиях созревания чаще распространен альтернариоз. Стресс от засухи может увеличивать степень контаминации зерна грибами.

В Украине фитосанитарный мониторинг посевов кукурузы (1996–2003 гг.) показал, что потери урожая зерна, в за-

висимости от гибрида и погодных условий года, составляли 11,9–22,3% от плесневения проростков и всходов и 11,1–18,6% от стеблевой и корневой гнили, пузырчатой головки, фузариозов початков, гельминтоспориоза, пятнистостей листьев, красной гнили початка [34]. За пределами проявления вредоносности – нигроспориоз, плесневение початков. С. Л. Дудка и др. исследователи считают, что большая разница в развитии болезней обусловлена антропогенными факторами: использованием некачественных семян, посевом неустойчивых гибридов, низким уровнем агротехники.

В условиях Молдовы из многочисленных плесневых грибов и бактерий, поселяющихся на зерновках кукурузы во время хранения, а также находящихся в почве и в условиях, неблагоприятных для развития зерновок, вызывающих в дальнейшем загнивание проростков, наиболее распространенными являются виды, характеристика которых дана в таблице 3 [16].

Широкая закупка и обмен семенным материалом из других стран способствует интродукции семенами многих опасных возбудителей болезней. Знание морфологических особенностей возбудителя, видимых и скрытых форм поражения зерновок необходимо при проведении фитоэкспертизы зерна.

Виды грибов рода *Fusarium*, вызывающие фузариоз колоса пшеницы, ячменя и других колосовых культур, способны проявлять свойства сапрофитов, что позволяет им развиваться на зерне после уборки и в период хранения, но только в том случае, если степень влажности зерна превышает норму.

Заражение колоса происходит в период от цветения до уборки урожая, особенно при благоприятных для патогена условиях температуры и влажности.

Проявление болезни возможно в двух формах – явной (типичной) и скрытой (нетипичной), что зависит от вида возбудителя и от сроков заражения [33]. Типичная форма имеет место при заражении колоса в фазу цветения, когда формируются щуплые белесые зерна, часто с видимым налетом спороношения розового или оранжевого цвета в зоне зародыша, бороздки или по всей поверхности зерновки. Такие семена легковесны и при сортировке отсеиваются.

Таблица 3. Характеристика микрофлоры семян кукурузы, встречающейся при нарушении выращивания и хранения (М. Ф. Боровская, В. Г. Матичук, 1990)

| Болезнь | Возбудитель | Признаки заражения семян | Морфология возбудителя |
|------------------------|-----------------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Фузариозная гниль | <i>Fusarium moniliforme</i> | Поражены полностью или отдельными очагами, часто мозаичной белой бурой окраски. Во влажных условиях покрываются белым и бело-розовым пушком мицелия. | Мицелий бело-розовый, поверхностный и внутренний. В основном микроконидии одноклеточные или с одной перегородкой, собраны в ложные головки или цепочки. Одноклеточные 5–15 × 2–3 мкм, с перегородкой 8–25 × 3–4 мкм. Макрокондии в небольшом количестве, слегка споровидные, суживающиеся к обоим концам. Прямые или изогнутые, с нечетко видимой ножкой или сосочком. Хламидоспоры отсутствуют, иногда видны сине-черные склероции 45–100 мкм. |
| Красная гниль початков | <i>Fusarium graminearum</i> | Красно-коричневые, хрупкие, с пылостотами, внутри заполненными мицелием гриба. Снаружи зерновка покрыта сплошным розовым мицелием. При слабом поражении расцветка зерновки мозаичная, красных тонов. | Мицелий сплошной, плотный, внутренний и поверхностный. В основном макроконидии собраны в спородохии, веретено-серповидные, с удлинненной верхней клеткой и ножкой, узковатые, 3–6-клеточные, 30–50 × 4–5 мкм, часто образуют хламидоспоры. |

| | | | |
|----------------------------------|---|---|--|
| <p>Нигроспориоз початков</p> | <p><i>Nigrospora oryzae</i></p> | <p>Зерновки легкие, щуплые в разной степени. В месте прикрепления к стержню черный налет, представляющий собой спороношение гриба в виде отдельных черных точек, расположенных штрихами или по окружности. Во влажных условиях виден бело-серый паутинистый мицелий гриба, зерновки крошатся.</p> | <p>Мицелий и споры внутренние и наружные, конидии черные, одноклеточные, шаровидные или слабоэллипсоидальные, расположены одиночно на конидиеносцах, 10–18 × 9–15 мкм. Споры вначале полупрозрачные, потом черные.</p> |
| <p>Гельминтоспориозная гниль</p> | <p><i>Helminthosporium carbonum</i></p> | <p>На зерновках черное бархатистое спороношение. Поражение зародыша изменяет его цвет на сизо-черный. Зерно поражается в поле, для хранения не пригодно.</p> | <p>Мицелий внутренний (пронизывает зародыш) и наружный, оливково-бурый. Конидиеносцы 120–150 мкм, одиночные. Конидии одиночно-сидящие, бурые до 12 пергородок, 20–100 мкм.</p> |
| <p>Альтернариоз початков</p> | <p><i>Alternaria tenuis</i></p> | <p>Поражается зародыш и зародышевая вмятина: появляется серо-черные точки. Зародыш или отдельные темные точки. Зародыш выпуклый, ткани рыхлые, мягкие. Во влажных условиях зерновка покрывается поверхностным образным мицелием темного цвета с дерновинками спороношения оливкового цвета, собранными в пучки.</p> | <p>Оливковый мицелий пронизывает ткани зародыша, поверхность зерновки, конидии в цепочках, по 5–7 и более спор. Споры 1–8 поперечными и до 5 продольными пергородками, темно-оливковые, разнообразной форме, но в основном кончаются суживающейся верхней клеткой 5–20 × 7–25 мкм.</p> |

| Болезнь | Возбудитель | Признаки заражения семян | Морфология возбудителя |
|---|----------------------------|--|---|
| Аспергиллез или «голубой глаз» зерен кукурузы | <i>Aspergillus glaucus</i> | Спороношение бархатистое, зелено-голубых тонов. Очень медленно, но верно убивает зародыш и изменяет его цвет. Способен в массе повлиять на влажность зерна, вызывая слеживание и плесневение зерна, называемое «голубой глаз». | Мицелий пронизывает и выходит на поверхность, вынося спороношение зелено-голубого цвета. Конидиеносцы на корне воздушные, образуя головку, от которой отходят лучами одноклеточных округлых и слегка эллиптических конидий не более 3–4 мкм. |
| Аспергиллез или «черный зародыш» | <i>Aspergillus niger</i> | На поверхности зерна видны колонии вначале светлых, кремовых, темных порошачих накопленный спороношения гриба. Вызывает повышение температуры зерна при хранении, изменяет цвет целиком зерновки (бурые тона), приводит к полному загниванию. | Мицелий внутренний, поверхностный. Конидиеносцы высокие, 250–400 мкм, иногда до нескольких миллиметров в длину. Крупная верхняя клетка-головка с лучами бурых, большей частью шиповатых крупных спор, до 10 мкм в диаметре, от чего головка со спорами иногда видна невооруженным взглядом. |
| Пенициллез | <i>Penicillium glaucum</i> | Особенно быстро покрывают спороношением трещины на зерновках, даже при пониженной температуре (+7–8 °С). Спорноношение обильное в виде бархатистых подушечек голубовато-зеленого цвета, приподнятое над кожурой, резко ограниченное поврежденным местом. | Мицелий поверхностный и внутренний. В местах поражения проникает под кожу семени. Конидиеносцы вертикальные, 200–400 мкм. Спорноношение кистовидное, цепочкой, в капле воды легко расплывается, жизнеспособность спор высокая – 87–90%. |

| | | | |
|--------------------|-----------------------------|---|--|
| Розовая плесень | <i>Trichothecium roseum</i> | Очень быстро покрываются поврежденные семена розовым спороношением. Дерновинки мицелия сначала белые, затем розовые. При сильном поражении проросток буреет и гибнет, не выходя на поверхность почвы. Буреет и зародышевая вмятина. | Мицелий поверхностный и внутренний. На поверхность выносит конидиеносцы прямостоячие, неразветвленные, слабосептированные, на вершине вздутые. Конидии двухклеточные, грушевидные, образуют головку, розовые в массе, 12–20 × 3–10 мкм. |
| Серая гниль | <i>Rhizopus maydis</i> | На початках кукурузы болезнь появляется очагами в виде плотного темно-серого налета. При обильном спороношении становится серым от войлочного налета мицелия, при этом все зерновки теряют жизнеспособность. Гриб проронизывает и обертки. | Мицелий внутренний бесцветный, наружный – буро-серый, хорошо выражены споронии и ризоиды. Мицелий рыхлый, иногда пленкообразный, без перегородок. Споронии 100–170 мкм. Споры в головках желто-бурого цвета, в капле воды расплываются, гладкие, эллиптические, 5–10 × 4–9 мкм. Хламидоспоры 25–30 мкм. |
| Черная гниль щитка | <i>Mucor sp.</i> | Эпителлий щитка бурых тонов, что хорошо видно при разрезе. При прорастании корешки тоже буреют и угончаются. Болезнь развивается в неблагоприятных условиях созревания, особенно на крахмалистых гибридах. На зерновках образуются паутинистые сплетения мицелия с отчетливо видными черными головками спор. Хорошо развивается болезнь при более низких температурах (15–17 °С). | Мицелий внутренний, пронизывающий зародыш, очень обильный и разветвленный, без перегородок. Спорангиеносцы круглые, собраны в пучки, до 1500 мкм высотой, ризоиды коричневые, споры собраны в крупные головки (150–400), вначале белые, потом черные. Споры округло-эллиптические, 7–15 × 5–10 мкм, с толстой складчатой оболочкой. Спорангиеносцы связаны темными гифами-галломами. |

Возбудителями типичной формы являются, в основном, *F. culmorum*, *F. graminearum* и *F. avenaceum*, которые, однако, могут вызывать и скрытую форму проявления болезни.

При более поздних сроках заражения пораженные зерновки внешне не отличаются от здоровых, но несут скрытую форму болезни. Они остаются в партии товарного зерна и представляют наибольшую опасность, так как служат источником инфекции для других семян в период хранения. Возбудителями скрытой формы, помимо упомянутых выше, являются виды *F. tricinctum*, *F. poae* и др.

Степень поражения зерновки при колонизации фузариями различна, в отдельных случаях мицелий проникает в перикарпий или в оболочку зерна, при более сильном поражении он обнаруживается и в алейроновом слое, где разлагает белок зерна с выделением NH_3 и других токсических продуктов. Если мицелий проникает в эндосперм, то крахмал исчезает, зерно делается щуплым. Часто поражается зародыш, всхожесть зерна теряется [16, 92].

При заражении семян возбудителями гелиминтоспориозов (виды родов *Bipolaris*, *Drechslera*), грибница проникает в перикарпий, эндосперм и часто в зародыш, приводя к щуплости зерна. *Bipolaris sorokiniana* (син. *Helminthosporium sativum*) вызывает почернение зерна главным образом в области зародыша – «черный зародыш». Такие семена имеют низкую энергию прорастания и всхожесть [33].

Мицелий грибов рода *Alternaria* – основных возбудителей «черни колоса» сосредоточен в плодовой оболочке семени (перикарпии), чаще над зародышем и, по мнению некоторых авторов, наряду с *B. sorokiniana* также является причиной «черного зародыша». По многочисленным данным, альтернариозные семена – это крупные, хорошо выполненные зерна с высоким показателем МТЗ [92].

Возбудители сухой пенициллезной гнили семян кукурузы составляют самую обширную группу, отличаются морфологией, окраской спороношения и вирулентностью. При пенициллезе фактором передачи возбудителя инфекции яв-

ляется почва и семена. На пораженных семенах и проростках обнаруживается мицелий грибов серо-зеленого цвета. Это почвенные грибы, поэтому споры их присутствуют повсюду. Наиболее агрессивные виды и штаммы способны поражать зерновки и всходы кукурузы [16]. Они легко выдерживают антагонистическое действие почвенной микофлоры. Вредоносность их проявляется в снижении всхожести семян. Выявлено, что грибы рода *Penicillium* способны проникать во внутренние слои перикарпия, в паренхиму, алейроновый слой. Этому способствуют неблагоприятные условия внешней среды для прорастания семян и роста проростка.

Исследования, проводимые в Беларуси, показывают высокий уровень инфицированности семян зерновых культур грибными патогенами – продуцентами микотоксинов, подавляющее большинство которых представлено возбудителями фузариоза, альтернариоза, гельминтоспориоза [19, 20, 21]. Показано, что зараженность сильно варьирует в зависимости от года, партии семян, вида культуры. В таблице 4 представлены результаты фитоэкспертизы семян, проведенной сотрудниками РУП «Институт защиты растений» в 2001–2004 гг. [19].

Таблица 4. Инфицированность семян зерновых культур (РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, 2001–2004 гг.)

| Культура | Инфицированность семян грибами, % | | | |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| | <i>Fusarium sp.</i> | <i>Alternaria sp.</i> | <i>Bipolaris sorokiniana</i> | <i>Septoria nodorum</i> |
| Озимая пшеница | 11,7–97,0 | 25,8–88,0 | 0,0 | 14,0–30,0 |
| Озимая рожь | 3,0–47,0 | 37,0–96,0 | 2,0–5,0 | – |
| Озимая тритикале | 21,0–27,0 | 50,0–73,0 | 0,0 | 18,0–25,0 |
| Яровой ячмень | 10,0–67,0 | 34,0–90,0 | 1,0–48,0 | – |
| Яровая пшеница | 7,0–79,0 | 20,0–79,0 | 1,0–3,0 | 16,0–26,0 |
| Овес | 5,0–42,0 | 22,0–93,0 | 1,0–2,0 | – |

Семена всех без исключения зерновых культур в высокой степени колонизированы токсигенными грибами родов *Fusarium* и *Alternaria*, а ячмень также и *Bipolaris sorokiniana*.

ана. Следует отметить значительное поражение (до 42%) фузариозом овса, который является одной из важнейших кормовых культур и традиционно считается слабо поражаемым данным патогеном. Учеными из России и стран северной Европы показаны высокие уровни контаминации зерна овса Т-2 и НТ-2 токсинами (Кононенко, Буркин, 2002; Petterson, 2007, цит. по [27]), что связано с поражением зерновок *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae*, являющихся активными продуцентами этих токсичных метаболитов.

По данным Г. В. Будевич, Ю. К. Шашко (2012), зараженность фузариями отдельных партий семян яровой пшеницы урожая 2012 г. достигает 38%, ярового ячменя – 25%, кукурузы – 36% [21].

По данным С. Ф. Буга и др. (2012), семена кукурузы могут быть инфицированы различной микофлорой в зависимости от гибрида, в том числе грибами *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.* [20].

Таким образом, предпосевной анализ семян показывает, что наблюдается значительное распространение поражения семян, которые обуславливают и болезни всходов. Поражая проростки и корни, патогены ослабляют и подавляют развитие растений, которые в конечном итоге могут погибнуть или быть источником дальнейшей инфекции. Вредоносность заболеваний проявляется не только в снижении урожайности пораженных кормовых растений и продуктивности зерна, но и в ухудшении посевных качеств семян (снижение их всхожести и энергии прорастания), а также кормового достоинства зерна и продуктов его переработки.

Если влажность **зерна** высокая или оно подвергалось воздействию высокой температуры и наступила инактивация фитоалексинов, то содержащиеся на зерне споры грибов начинают прорастать. В течение 2–3 месяцев после сбора урожая оно быстрее подвергается самосогреванию, чем при последующем хранении. Сущность этого явления заключается в том, что свежесобранное зерно в этот период проходит так называемое послеуборочное созревание, во время которого

зерно усиленно «дышит». При этом часть углеводов разлагается до воды и углекислого газа. При хранении такого зерна в высоких насыпях выделяемая влага насыщает воздух в межзерновых пространствах, что, в свою очередь, приводит к развитию плесневых грибов, образованию токсинов.

Самосогреванием или *самонагреванием зерна* называется явление повышения температуры, происходящее вследствие протекающих в нем физиологических процессов (активная деятельность микроорганизмов, насекомых и другие причины). Существует две теории процесса самосогревания: *ферментативная* и *микробиологическая*. Согласно первой теории, причиной самосогревания считаются физиологические процессы, происходящие в самом зерне; согласно второй – основная роль принадлежит микроорганизмам. Опытами отечественных и зарубежных исследователей доказано, что микроорганизмы, особенно актиномицеты и бактерии, способны повышать температуру в зерновой массе до границ самосогревания. Однако известно, что более интенсивно самосогревание протекает в зерновых массах, содержащих пыль, семена сорных растений, большое количество микроорганизмов. Жизнедеятельность насекомых и клещей также сопровождается выделением тепла. Различают гнездовое и пластовое самосогревание.

Гнездовое самосогревание возникает в зерновой массе в том случае, если в насыпь (в хранилища, в бурты и т. д.) попадает более влажное зерно с повышенным количеством примесей или влаги (в процессе хранения). Процесс самосогревания может возникнуть в центре насыпи или же, что бывает чаще, в периферических участках зерновой массы и развивается пластом в верхнем, нижнем или боковом слоях. Этот вид самосогревания чаще встречается при временном хранении на складах.

При загрузке хранилища щуплые и битые зерна, сорняки и пыль, содержащие многочисленные микроорганизмы и больше влаги, размещаются ближе к стенам. Это одна из причин вертикально-пластового самосогревания.

Для *пластового согревания* характерно, что греющий слой образует пласт и он появляется или в верхнем, или в нижнем участках насыпи. Температура поднимается до +50 °С. В конце процесса сыпучесть зерна полностью теряется.

Верховое самосогревание обусловлено потеплением воздуха и обогреванием верхнего слоя зерновой массы. Чаще оно наблюдается весной и осенью, в период резких перепадов температуры. Самосогревание начинается в насыпи зерна примерно на глубине 30–150 см от ее поверхности. Температура участков, расположенных ниже греющегося, повышается медленно.

Низовое самосогревание свидетельствует о закладке сырого или влажного зерна или намокании его в период хранения. Низовой греющийся пласт появляется на расстоянии 20–50 см от пола и дна емкости хранения. Повышенная влажность в этих участках может быть или от засыпки ранней осенью теплого зерна на холодный пол, грунт или засыпки на плохо изолированную от грунта площадку или от того, что зимой охлаждение нижней части хранения зерна приводит к конденсации влаги. При этом виде самосогревания наблюдается прорастание и слеживание зерна. Границы греющейся массы довольно быстро расширяются. Изменения, происходящие в зерне при самосогревании, зависят от длительности и интенсивности процесса самосогревания. Тепло из нижних слоев легко перемещается в верхние, и вся масса зерна может быстро подвергнуться самосогреванию.

Процесс самосогревания подразделяют на 3 стадии.

Первая стадия – усиленное дыхание зерна. Медленное повышение температуры до +30 °С. Заметных изменений в состоянии зерна не наблюдается. Внутри насыпи зерно сухое на ощупь, сыпучесть почти не изменяется. Цвет зерна также почти не изменяется, темнеют лишь незрелые зерна овса и зародыш у кукурузы.

Во второй стадии – температура повышается до +38 °С, сыпучесть зерна ухудшается (особенно овса и ячменя), появляются продукты брожения, обладающие солодовым за-

пахом. При этой температуре начинается бурное развитие грибов на поврежденных и недоразвитых зернах, а затем и на здоровых с поражением зародыша. Влажность зерна за это время значительно снижается.

В третьей стадии температура повышается до +50 °С и выше, появляется сильный затхлый и гнилостный запах, сыпучесть всех культур заметно ухудшается. Оболочка зерна темнеет, а при глубоко зашедшем процессе зерно делается черным и теряет всхожесть.

В процессе самосогревания изменяется и видовой состав микрофлоры. В начальной стадии увеличивается количество сапрофитов – бактерий, с повышением температуры до +25–40 °С увеличивается количество «плесеней хранения» (аспергиллы, пенициллы). Чаще развиваются *Aspergillus flavus*, *A. candidas*, *A. sulfureus* и др. В дальнейшем, в процессе самосогревания зерна, развиваются терморезистентные и термофильные грибы: кроме аспергилл и муковоксовых (+35–40 °С). Длительность этих этапов зависит как от температуры, так и влажности зерна. Численность и видовой состав грибов этой группы значительно увеличивается в тех случаях, когда создаются благоприятные условия для их развития: раздельная уборка урожая в сырую погоду; во время перевозок зерна транспортом, не отвечающим санитарно-гигиеническим требованиям и т. д.

Дальнейшее повышение температуры снижает общее количество микрофлоры, но микотоксины сохраняются, и зерно становится непригодным для использования. В каждой партии зерна, подвергшейся самосогреванию, наблюдается разная степень порчи.

Самосогревание может быть и в партиях свежееубранного зерна в результате различной влажности зерна основной культуры и примесей. Сезонные перепады температур и зараженность вредителями вызывают самосогревание и уменьшение хранения на 2–4 месяца. Этому способствует и хранение зерна без перемещения и активного вентилирования.

Влажность зерна зависит от температуры воздуха. По данным исследований И. Я. Бахарева (1975), при снижении тем-

пературы воздуха с + 30 °С до 0 °С влажность зерна увеличивается. В таких условиях развиваются *Penicillium citreoviride*, *P. frequentans*, *P. notatum*, *P. viridicatum*, *P. tardum*, *P. ochrasalmoneum*, *P. commune*, *P. roquefortii*, *P. cotyofilum*, *P. levitum*, *P. fellutanum*, *P. chrizogenum*, *P. citre-roseum*, *P. restrictum*, *P. digitatum*, *P. nigricans*, *P. granulatum*, *P. caisei*, *P. rugulosum* [90].

Влажность зерна, которую необходимо поддерживать при хранении, для разных видов различна. Так, для кукурузы критическая влажность (ниже которой грибы не могут развиваться) составляет 13–14%, для пшеницы, ячменя, ржи – 14,5–15,5%, для проса – 12–13%.

Распределение влаги в хранящемся зерне происходит неравномерно. В связи с потребностью «плесеней хранения» в кислороде может наблюдаться их интенсивное развитие после проветривания или активного вентилирования кормов, если оно не обеспечивает достаточного подсушивания. Крупное зерно кукурузы медленно отдает влагу при сушке и одного цикла бывает недостаточно, чтобы высушить его до стандартной влажности. Поэтому после первого цикла сушки зерно должно отлежаться 3–5 дней, чтобы влажность стала равномерной по всей зерновке и после повторной проверки принимается решение о досушивании зернофуража или закладке его на хранение.

При хранении зерна с повышенной влажностью могут развиваться наиболее опасные для здоровья животных токсигенные грибы целлюлозоразрушители *Stachybotrys alternans*, *Myrothecium roridum*, *Myrothecium verrucaria*, являющиеся типичными сапрофитами.

Битые, мелкие, щуплые зерна, как и оболочка зерна, пыль, семена сорных трав, связывают и удерживают больше влаги, чем здоровое зерно. Перемещение влаги внутри партии зерна происходит за счет перепада температур, расселения насекомых вредителей.

В отличие от зерна **комбикорм**, являясь мертвым субстратом, быстрее, чем зерно подвергается воздействию грибов.

Этому способствует его высокая гигроскопичность, а также обогащение его витаминами, микроэлементами и другими ростовыми веществами, вводимыми в рецепты комбикормов с целью повышения их питательной ценности. Добавки, включенные в комбикорма, повышают скорость роста грибов и участвуют в синтезе их метаболитов. При этом совместное присутствие различных микотоксинов характерно как для готового корма, так для ингредиентов.

В комбикормах наиболее часто встречаются грибы родов *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Trichothecium* и др. Грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium* представляют наиболее обширную группу микроорганизмов, развивающихся в процессе хранения комбикормов [90]. Обычно они присутствуют и в доброкачественных комбикормах, однако активизируются лишь в благоприятных условиях. Это приводит к накоплению различных микотоксинов (афлатоксинов, охратоксинов, стеригматоцистина, рубратоксина, пеницилловой, койевой кислот и др.). Особенно интенсивно протекает этот процесс в комбикормах, подвергшихся самосогреванию. Как известно, низкая температура способствует развитию представителей рода *Penicillium*, а высокая – видов рода *Aspergillus*.

Заражение фитопатогенными грибами и бактериями зеленой массы кормовых растений

Выше отмечалось, что возбудители могут находиться на поверхности семян в виде прилипших спор и кусочков мицелия, а также в почве. При попадании с семенами в почву возможен прямой переход патогена на растение. Находясь в почве, гриб может проникнуть с семенной оболочки в семядоли, стебель, корень. В отношении некоторых поражающих сельскохозяйственные культуры патогенов паразитизм и сапрофитизм – относительные понятия. Нередко грибы, встречающиеся как настоящие сапрофиты, в определенных условиях могут оказаться в роли паразитов (например, *Fusarium moniliforme*). Грибы, вызывая эпифито-

тии, могут полностью уничтожать растения, сохраняя действующее начало в трудноуязвимой форме много лет в виде ооспор, хламидоспор, телейтоспор, аскоспор, склероций. Эти образования устойчивы к неблагоприятным условиям среды, находятся в почве, таре, на семенах как в виде наружной, так и внутренней инфекции. Указанная особенность является важнейшей в цикле развития грибов.

Следовательно, этот и другие факты указывают на широкие биологические возможности многих, поражающих растения, грибных патогенов и на необходимость глубокого их изучения в целях предотвращения всевозможных эпифитотий.

Заражение во время роста растений эпифитными бактериями и грибами распространено, но аналитических данных пока мало. Так, вопрос о концентрациях токсинов грибов рода *Fusarium* и других шире представлен в зарубежной литературе [113, 129, 134, 138, 157, 158, 162]. Авторы исследований по этой теме особенно отмечают раздражение кожи, вызываемое спорами и пылью, содержащими токсины. Например, у коров болезненное опухание вымени и дистальных участков конечностей, наблюдаемое при выпасе на сильно загрязненных пастбищах, приписывали действию трихотеценов (Т-2 и НТ-2). Вызывают опасения сообщения о том, что зеараленон можно обнаружить на естественных пастбищах. У животных после пастбы на таком пастбище наблюдаются симптомы, связанные с отравлениями зеараленоном, включая признаки гиперэстрогенизма и нарушения воспроизводства. На основании трехлетних наблюдений было установлено, что зеленая пастбищная трава (мятлик луговой, овсяница красная, фестулолиум и их смеси) во время вегетационного срока может быть загрязнена высокими концентрациями ДОН и зеараленона, причем в июле и октябре обнаруживались более высокие их уровни. Количество ДОН летом колебалось от 33,0 до 51,7 мкг в зависимости от вида. Низкое содержание зеараленона было у фестулолиума, однако различия недостоверны [162].

Угроза развития различных эпифитотий болезней сельскохозяйственных культур в разнообразных климатических и почвенных условиях нашей республики существует всегда. В последние десятилетия в Республике Беларусь по-прежнему остаются вредоносными для зерновых культур корневые гнили. Все большее значение имеет фузариоз колоса, фузариозно-гельминтоспориозная, альтернариозная инфекция на ячмене, вызывающая потемнение зерна. Заметно уменьшилась вредоносность ржавчинных грибов (бурая ржавчина пшеницы), но усилилась вредоносность септориоза колоса на пшенице и тритикале. Некоторые сорта озимого тритикале теряют устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине. Наблюдается рост распространенности пузырчатой головни кукурузы в посевах южной и центральной агроклиматических зон республики [99–104].

Выращивание кукурузы, как стратегической культуры Беларуси, может сыграть стабилизирующую роль в производстве зернофуража в неблагоприятные годы для зерновых колосовых культур. Способствует возделыванию кукурузы существенное потепление климата. В 2012 г. площади возделывания кукурузы на зерно составили 285,9 тыс. га, на силос и зеленый корм – 776,8 тыс. га (по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь). Вместе с увеличением посевных площадей под кукурузу в севообороте зерновых осложняется фитопатологическая ситуация.

Болезни, особенно фузариозные, причиняют существенный вред посевам кукурузы.

Внешние признаки **болезней всходов** кукурузы (*F. verticillioidea*, син. *F. moniliforme*) проявляются в отставании роста и развития, образования во влажную погоду хлопьевидного белого или розового мицелия гриба у корневой шейки всходов, реже на стеблях и листьях появляется пурпурно-фиолетовая окраска.

Признаки **гнили стебля** кукурузы одинаковы, независимо от того, каким именно видом *Fusarium* она вызвана. Сначала на листьях зараженных растений примерно через

5–6 недель после цветения появляется серовато-зеленый блеск. По мере приближения стадии восковой спелости зерна листья увядают и приобретают соломенно-бурую окраску, причем первыми обесцвечиваются самые верхние листья растения. Обесцвечивание распространяется на обертки початка, и к этому времени часто видна водянистая бурая гниль внутри нижних узлов стебля, а зараженные сосудистые пучки становятся темно-коричневыми. Затем междуузлия выше поверхности почвы насыщаются водой, становятся светло-бурыми и размягчаются. При сильном поражении на узлах можно видеть розоватый налет спорулирующего гриба. Сердцевина стебля разлагается, стебель ломается в узлах и в дождливую ветреную погоду возможно сильное полегание. Ножка початка часто перегибается. Наличие желтых растений со свисающими початками в зеленой в основном культуре характерно для заражения стеблей фузариозной гнилью. Подсчитано, что недобор урожая по этой причине может достигать 20–25% от валовых сборов зерна и силосной массы [16]. Определенное значение при этом играет снижение качества фуражного и особенно семенного зерна. В мире зарегистрировано около 15 типов этой болезни, 8 из них встречаются на территории Молдовы [16]. Вредоносность болезни проявляется в снижении урожайности пораженных растений и их полегании. Не менее вредоносна скрытая форма болезни, при которой пораженные растения не полегают, но снижается продуктивность зерна на 15–20%, листостебельной массы на 26–48, а в отдельных случаях до 59% [16].

Заражение **фузариозом початков**, при котором розовый налет гриба заметен на зернах, довольно распространено в странах континентальной Европы и чаще всего наблюдается у гибридов со слишком короткими или слишком рыхлыми обертками, чтобы предотвратить доступ спорам гриба. Заражение происходит со стадии нити рыльца выбросились полностью вплоть до уборки. Симптомы проявляются в виде розоватого или белого паутинистого налета гриба на поверхности зерновок початка в одном или нескольких

очагах, иногда охватывая большую часть органа. Зерновки в пораженном початке могут быть разрушены, либо признаки инфекции отсутствуют, имеет место скрытая зараженность семян [20].

Пузырчатая головня (*Ustilago zaeae*), распространена повсеместно. Болезнь проявляется на листьях, стеблях, метелках, початках, султанах, репродуктивных почках в виде пузыревидных вздутий различной величины, заполненных массой телиоспор.

Возбудители болезни вызывают образование характерных белых галлов неправильной формы, которые прежде чем лопнуть достигают большого размера, обнаруживая массу черных толстостенных хламидоспор. Разносимые ветром хламидоспоры могут прорасти на других растениях в том же посеве или оставаться в состоянии покоя в течение многих лет на остатках растений в почве. Весной или в начале лета хламидоспоры образуют тонкостенные споридии, которые заражают молодые растения. Споры могут прорасти уже при 8 °С, но быстрее всего прорастание происходит при 26–34 °С. Как правило, влага необходима для прорастания спор, однако в последующем засушливая погода благоприятствует развитию болезни [20]. Гриб поражает любую часть растения путем непосредственного внедрения, но он способен образовывать колонии только на меристематических тканях. Головня часто бывает связана с тканями, где происходит зарастание после повреждения такими внешними агентами, как шведская муха или мороз. В посевах на почве, сильно загрязненной спорами, наличие благоприятных для заражения условий в мае или июне может привести к развитию галлов на основании стебля молодых растений, что вызывает их гибель. Заражение початка происходит в результате внедрения гриба в столбики или в обертку, отдельные цветки метелки также могут поражаться. Тем не менее, заражение пузырчатой головней кукурузы как правило бывает ограниченным и никогда не бывает системным, как при других головневых болезнях зерновых [56].

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» изучается распространение пузырчатой головни кукурузы на протяжении многих лет. Так, в 2012 г. регистрировался невысокий уровень заражения болезнью, не превышающий 4,8%.

Обычно редкое появление этой болезни затрудняет оценку ее влияния на урожай кукурузы на корм. В Англии, наблюдения показали, что когда болезнь была широко распространена (7% растений было заражено), общее снижение урожая сухого вещества на стадии пригодности для силосования было оценено в 2%. Эти результаты сопоставимы с данными из ФРГ, свидетельствующими, что потери урожая редко превышают 10% в отдельных посевах. Наибольшие потери наиболее вероятны, когда молодые растения погибают в результате раннего заражения основания стебля [56].

Возбудители головни паразитируют также на пшенице – *Tilletia caries*, ячмене – *Ustilago hordei*, *U. nuda*, овсе – *U. avenae*, просе – *U. panici-miliacei*. Кроме того поражаются и многочисленные дикорастущие злаки: костер, могар, росичка и др.

До настоящего времени вопрос о токсичности головневых грибов полностью не изучен. Как отмечает А. Ф. Кузнецов (2001), вопрос о токсичности головневых грибов для сельскохозяйственных животных в настоящее время актуален не только в России, но и других странах [54]. Характерными симптомами устилагиниоза у заболевших животных являются расстройство пищеварения (понос, запор), паралич глотки, поражение глаз (опухание век, слезотечение) и верхних дыхательных путей, общая слабость. По данным Н. А. Спесивцевой, Б. Н. Хмелевского (1975), при силосовании кукурузы, пораженной головней, силос приобретает буро-коричневый цвет, в нем угнетается молочнокислое брожение. Такой корм животные поедают плохо [90]. В опытах с кормлением в Америке, Англии, в Голландии не было отмечено вредного влияния у животных, получавших силос из кукурузы, зараженной головней [56]. В других сообщениях отмечается, что пузырчатая головня неблагоприятно

отражается на крупном рогатом скоте, что может быть обусловлено заселением стареющих галлов головки другими грибами или бактериями [56].

Возбудитель **спорыньи** – *Claviceps purpurea* (син. *Claviceps microcephala*) наиболее часто поражает рожь и тритикале, реже ячмень, овес, пшеницу, костер безостый и другие многолетние травы. Вместо зерна на колосьях формируются ядовитые склероции (рожки). Заражение кормов и продуктов питания рожками спорыньи происходит разными способами: склероции гриба попадают в почву, осыпаются около растения после созревания, распространяются во время транспортировки сена, могут уноситься ветром и водой. Склероции, попавшие в почву, после зимовки прорастают весной строматами, содержащими плодовые тела (перитеции) с аскоспорами, которые и заражают злаки в период цветения [54]. Склероции спорыньи содержат токсичные алкалоиды, биологическое действие которых выражается в сокращении гладкой мускулатуры, нейрогуморальном действии, влиянии на деятельность нервной системы теплокровных [70]. Спорынья ядовита для лошадей, жвачных, кур, свиней, а также собак, кошек, кроликов, морских свинок, белых мышей, крыс. Ее токсины переходят в молоко заболевших животных. Отравление животных, вызываемое грибом *Claviceps paspali*, выделено в отдельную нозологическую единицу клавицепстоксикоз, или клавицепспаспалитоксикоз [54]. К клавицепстоксикозам чувствительны все сельскохозяйственные животные и человек.

Ржавчинные грибы – облигатные паразиты, поражающие хлебные злаки. Они характеризуются узкой специализацией к определенным видам сельскохозяйственных растений, поражают их во время вегетации. В ряде специальных пособий имеются сведения о том, что при скармливании животным сена или соломы, пораженных *Puccinia recondita* и другими видами ржавчинных грибов, наблюдаются воспаление кожи, крапивница, зуд, желтушность слизистых оболочек носа, ротовой полости и глотки, кровавый понос, гематурия. В некоторых случаях (у лошадей) отмечаются

гемоглобинурия, паралич мочевого пузыря, общая слабость, усиленное сердцебиение, повышение температуры, шаткость походки, общий паралич, аборт [54].

В Беларуси рапс возделывается давно и является основной масличной культурой более 20 лет. В настоящее время свыше 8% посевных площадей в республике занято рапсом и ежегодно они увеличиваются. Районированные сорта и гибриды отечественной и зарубежной селекции, а также сорта, гибриды и сортообразцы, находящиеся в конкурсном испытании, не обладают абсолютной устойчивостью к болезням, поражающим озимый и яровой рапс. В первую очередь это относится к повсеместно распространенной и вредоносной болезни – *альтернариозу*. Необходимо учитывать, что альтернариоз является самой коварной болезнью рапса после цветения. D. I. Narvan, P. W. Pego (1976) обнаружили у грибов рода *Alternaria* токсические свойства не только по отношению к растениям, но и млекопитающим. Грибы продуцируют токсины, обладающие аллергическим и геморрагическим эффектами [54].

Фитосанитарная ситуация на поле требует высокоэффективной защиты рапса также от склеротиниоза, вызываемого *Sclerotinia sclerotiorum*.

Важнейший вид гриба, заражающий бобовые культуры, – *Rhizoctonia leguminicola* вызывает «болезнь черных пятен». На листьях и стеблях растения появляются характерные темные пятна – следы роста и размножения гриба. Микотоксины слафрамин и свайнсонин обнаружены в бобовых растениях (клевер, люпин, астрагал). У животных, съевших загрязненный ими корм, появляется обильное слюноотделение с последующей анорексией, диарей и частое мочеиспускание. Вторичные эффекты включают потери живой массы, снижение молочной продуктивности, отторжение плода [67].

Среди плесеней, развивающихся на бобовых, особенно на люцерне, гриб *Phoma herbarum* наиболее токсичен для жвачных. 14 изолятов гриба вызывали у овец болезнь, сходную с миротецитотоксикозом, и гибель 60% экспериментальных животных [54].

На узколистом люпине основными возбудителями болезней являются также фузарии: *F. avenaceum*, вызывающий корневые гнили, *F. oxysporum* – причина увядания. Сопутствующими видами являются *F. solani* и *F. semitectum*.

Гриб *Phomopsis leptostromiformis* – возбудитель пятнистости стеблей и черешков люпина – продуцирует токсины – фомопсины А и В. Под их влиянием стебель люпина скручивается. Болезнь, вызванная этими токсинами, – люпиноз характеризуется поражением нервной системы, жировой дистрофией печени у животных.

Мучнисторосяные грибы являются облигатными паразитами травянистых растений. А. Ф. Кузнецов (2001) сообщает, что мучнистая роса одинаково вредна как на зеленых, так и на высушенных (сено) растениях. В более легких случаях она обуславливает вздутие живота (у жвачных – тимпанию рубца) с припадками колик. Особенно опасен пораженный грибом зеленый клевер (в частности, шведский), вызывающий у беременных животных аборт [54].

Среди сапрофитов, облигатных и факультативных паразитов, характеризующихся токсическими свойствами не только для растений, но вызывающих болезни животных и человека, необходимо отметить малораспространенные отдельные виды родов *Nigrospora*, *Diplodia*, *Verticillium*, *Phoma*, *Gliocladium*, *Trichoderma* и др.

Таким образом, все данные, полученные за последние годы более точными методами анализа, показывают, что список кормовых культур, поражаемых грибами и микотоксинами, гораздо обширнее, чем представлялось раньше. Облигатные паразиты, вызывающие многие болезни пшеницы, ржи, ячменя, овса, кукурузы, других кормовых растений и факультативные паразиты – возбудители порчи кормов, могут быть опасными и для сельскохозяйственных животных. В кормах может оказаться целый ряд взаимодействующих между собой и приводящих к усилению токсических свойств корма продуктов обмена грибов и др. микроорганизмов. Поскольку пока не создано иммунных сортов зерновых культур ко многим возбудителям болезней,

обработка семян химическими протравителями защищает растения от семенной, почвенной и частично аэрогенной инфекции и повышает устойчивость проростков к другим стрессам (к неблагоприятным погодным условиям) в один из самых критических периодов их жизни – 15–20 дней после посева. Именно в эти сроки происходит заражение проростков почвенными патогенами и проявляется семенная инфекция в виде болезней всходов.

Доминирующий комплекс нежелательных микроорганизмов – продуцентов токсинов в объемистых кормах

Как указывалось выше, при санитарной оценке зерна и продуктов его переработки особое значение приобретают грибы, а объемистых кормов – большое многообразие бактерий (табл. 5). Для жизни бактерий требуется более высокая влажность, чем для плесневых грибов. Поэтому при относительно одинаковых условиях корма чаще подвергаются плесневению, чем каким-нибудь другим изменениям.

Практически все токсины, обнаруженные в растущих растениях, можно выявить и в хранящихся кормах, при этом они сохраняют свою стабильность в течение длительного времени. Продолжающееся поступление воздуха при медленном заполнении хранилища, недостаточном уплотнении, задержке герметизации и длительном скармливании способствует выживанию аэробных микроорганизмов. Если силос, к примеру, не укрыть, то происходит улетучивание образовавшихся в первые сутки после закладки сырья в хранилище фитонцидов растительных клеток (окислов азота, сероводорода, сернистого газа и др.). Длительное поступление к консервируемой массе кислорода увеличивает риск чрезмерного роста дрожжей, заражения корма плесневыми грибами, способствует его разогреванию за счет нарушения процессов брожения и порче консервированных кормов. Наряду с потерей питательной ценности и энергии процессы самосогревания приводят к образованию метаболитов плесневых грибов и бактерий.

Таблица 5. Доминирующий комплекс микроорганизмов – продуцентов токсинов, обнаруживаемых в недоброкачественных растительных кормах (из различных литературных источников)

| Продуцент | Зерно | Комбикорм (др. продукты переработки зерна) | Сено | Сенаж | Силос | Солома |
|---|-------|---|------|-------|-------|--------|
| <i>Fusarium sp.</i> | + | + | + | + | + | |
| <i>Aspergillus sp.</i> | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ | + |
| <i>Penicillium sp.</i> | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ | + |
| <i>Stachybotrys alternans</i> | + | + | + | | + | +++ |
| <i>Myrothecium roridum, M. verrucaria</i> | + | + | + | | | |
| <i>Mucor sp.</i> | + | + | ++ | | ++ | |
| <i>Alternaria sp.</i> | | + | ++ | | | + |
| <i>Helminthosporium sp.</i> | | + | ++ | | | + |
| <i>Trichothecium sp.</i> | | + | + | | | |
| <i>Cladosporium sp.</i> | | | ++ | | | |
| <i>Rhizopus sp.</i> | | | + | | | |
| <i>Trichoderma sp.</i> | | | + | | | + |
| <i>Dendrodochium sp.</i> | + | | + | | | + |
| <i>Polythrimum sp.</i> | | | + | | | |
| <i>Verticillium sp.</i> | | | + | | | |

Окончание табл. 5

| Продукент | Зерно | Комбикорм (др. продукты переработки зерна) | Сено | Сенаж | Силос | Солома |
|---|-------|---|------|-------|-------|--------|
| <i>Serphalosporium</i> sp. | | | | | | + |
| <i>Geotrichum</i> sp. | | | | | | |
| <i>Monopodium</i> sp. | | | | | | + |
| <i>Haemphilia</i> , <i>Candida</i> , <i>Saccharomycetes</i> и др. роды дрожжей | | | | + | + | |
| <i>Bacterium</i> sp. | | | | | + | |
| <i>Pseudomonas</i> sp. | | | | | + | |
| <i>Bacillus</i> sp. | | | | | + | |
| <i>Clostridium</i> sp. | | + | | + | + | |
| <i>Enterobacter</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Proteus</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Serratia</i> и др. роды энтеробактерий | | | | | + | |
| <i>Listeria</i> sp. | | | | | + | |

Так, согласно исследованиям, наибольшее количество токсигенных грибов и нежелательных бактерий можно обнаружить в силосе при загрязнении закладываемой массы почвой более 3%. Это связано зачастую с плохой организацией работ, а не только с плохой погодой, способом уборки [5, 9]. При заготовке консервированных кормов могут попасть почвенные возбудители инфекций. При использовании таких кормов возможны вспышки тяжелых инфекционных болезней.

Следовательно, анализ причин получения недоброкачественных кормов показывает, что решающее значение в получении непригодных для скармливания сельскохозяйственным животным кормов имеют высокая влажность исходного сырья, доступ воздуха (несоблюдение параметров измельчения и плохое уплотнение; длительная закладка и ненадежная герметизация), загрязнение загружаемой массы.

Контаминация сена

Обнаруженные в исходных растениях токсины, можно также найти в сене. В нем встречаются преимущественно бактерии: в 1 г сена полевой сушки насчитывается до 150 тыс. КОЕ гнилостных бактерий, до 6 тыс. молочнокислых и до 0,1 тыс. маслянокислых бактерий [90, 91]. Однако если при уборке сено загрязняется почвой, происходит заспорение его грибами родов *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichothecium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium* (табл. 5). Если сено хранят влажным, в нем появляются дополнительно грибы родов *Verticillium*, *Dendrodochium* и др. При повышении температуры в рулоне до +40 °С, в сене начинают интенсивно развиваться грибы рода *Aspergillus*, *Mucor* и др. Исследованиями Я. Яниша (1971) установлено, что особенно опасен гриб *Polythrimum trifolii*, вызывающий черную пятнистость клевера. Лошади, поедавшие сено, зараженное этим грибом, погибали в течение нескольких часов после появления симптомов бешенства и явлений паралича [90].

Р. Е. Spill et. al. (1971) сообщили, что среди 71 опытных коров, которым скармливали сено из люцерны и злаковых трав, абортировало 13 животных. При его исследовании были обнаружены *Penicillium cyclopium*, *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* [90]. Сообщалось о бесплодии молочного крупного рогатого скота, в рацион которого входило сено, загрязненное токсином гриба *Dendrodochium toxicum*. Из него выделено четыре вещества, названных условно Д I ($C_{18}H_{24}O_6$), Д II ($C_{14}H_{21}O_5$), Д III ($C_{17}H_{21}O_5$) и Д IV ($C_{20}H_{24}O_6$). Для животных токсичны также грибы *Myrothecium roridium* и *Myrothecium verrucaria*. Выделенные из гриба *M. Verrucaria* метаболиты и названные веррукарин А и В, а из гриба *M. Roridium* – роридин типа А, обладают цитотоксическим действием. Они вызывают заболевание овец и крупного рогатого скота, характеризующееся явлениями геморрагического гастроэнтероколита [159]. С увеличением сроков хранения сена их содержание зачастую понижается вследствие ферментации. Например, концентрация лолитрема в сене из райграса пастбищного снижается за три месяца хранения до остаточных величин, не представляющих опасности. Как отмечают Broquist et. al. (1984), Panter et. al. (1999), слафрамин в бобовых культурах, наоборот, может сохраняться в них в течение многих месяцев хранения [114, 166].

В исследованиях Muller (1991), McGorum et. al. (1993), Schmallenbach et. al. (1998), Hare et. al. (1999) сообщалось, что плесенями *Alternaria sp.* и *Aspergillus fumigatus* сено обычно контаминируется при хранении. Грибы *Aspergillus fumigatus* (в меньшей степени, *A. terreus*, *Alternaria sp.* и др. виды плесеней) участвуют в патогенезе возвратной болезни дыхательных путей (ВБДП) у лошадей и жвачных [131, 160, 161]. Ранее данная болезнь носила название ХОБЛ. Wright et. al. (2004), Pusterla et. al. (1996) указывают, что *Aspergillus fumigatus* является факультативной патогенной плесенью, которая может при вдыхании ее спор поражать ткани верхних дыхательных путей и легких у человека и животных, вызывая смертельно опасную болезнь, особенно у организмов с иммунодефицитным состоянием [184, 169].

Таким образом, заспорение сена происходит, в основном, во время приготовления, так как в этот момент оно загрязняется почвой, которая содержит большое количество диаспор грибов. При неправильном хранении споры прорастают, и в сене увеличивается количество грибной флоры, а при неблагоприятных условиях накапливаются микотоксины, вызывающие массовые поражения животных, снижение их продуктивности и т. д.

Особенности процессов ферментации при недочетах силосования

Существенное значение для качества силоса имеет состав эпифитной микрофлоры растений, который влияет на процессы ферментации и стабильность полученного корма. Как уже отмечалось, в составе микрофлоры, существующей на поверхности вегетативных частей растений, присутствуют молочнокислые бактерии, численностью обычно не более 1% от всего объема микрофлоры (исключение составляет кукуруза). В основном это *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* и *Enterococcus sp.* Группу нежелательной микрофлоры составляют анаэробные бациллы рода *Clostridium* и аэробные из рода *Bacillus*, а также палочки из группы рода *Enterobacter*. Самую большую группу, однако, составляют дрожжи и плесневые грибы, особенно при нарушении условий закладки, хранения и выемки в силосе будут развиваться грибы «хранения» (табл. 5). Они используют углеводы и белок, конкурируя с молочнокислыми бактериями за часть необходимого источника энергии. Возникающие при этом продукты распада, имея щелочную реакцию, связывают молочную кислоту. Грибы способны и сами использовать молочную кислоту. Все это приводит к ухудшению качества силоса.

Видовой состав грибов силоса зависит от вида растительной массы, эпифитной микрофлоры, силосного сооружения и технологии силосования.

При микологическом исследовании силоса отмечают значительный разброс данных по видовому составу плесеней.

Данные, полученные В. А. Балабановым (1966) при изучении микофлоры силоса в Молдавии, свидетельствуют о слабой обсемененности силоса грибами рода *Fusarium* [13]. Это связано с тем, что эти грибы более чувствительны к отсутствию кислорода и поэтому они погибают в течение нескольких дней после закладки сырья в хранилище [67, 90].

В сообщениях Д. Диаза (2006) при исследовании образцов травяного силоса выделено до 60 видов грибов. Наиболее часто в нем встречаются грибы родов *Penicillium* (*P. roqueforti*, *P. puberulum*, *P. viridicatum*, *P. griseoroseum*, *P. cyclopius* и др.), *Aspergillus* (*A. fumigatus*, *A. candidus*, *A. terreus*, *A. wentii*, *A. glaucus* и др.), *Fusarium* (*F. moniliforme*, *F. tricinctum*, *F. oxysporum* и др.), а также *Cephalosporium*, *Stachybotrys alternans*, *Trichoderma* и др. [67].

Доминирующими являются виды родов *Penicillium* (*P. roqueforti*), *Aspergillus* (*A. fumigatus*), *Mucor*, *Geotriculum*, *Rhizopus*.

Штаммы *Penicillium roqueforti* способны вырабатывать целый ряд токсинов, причем важнейшими из них являются патулин, микофеноловая кислота, рокфортин С, PR-токсин и пеницилловая кислота. Эти токсины также образуются и в силосе, хотя и на различных стадиях развития грибной колонии [163]. Эксперименты на зараженном силосе показали, что образование микотоксинов идет в особой последовательности, начиная с пеницилловой кислоты, появляющейся в обнаруживаемых количествах на 13-й день после заражения, затем следует патулин (22–27 день), микофеноловая кислота (примерно 36 день) и PR-токсин на 46-й день [161]. Такая последовательность затрудняет не только стандартную процедуру контроля качества силоса (мониторинг токсинов), но и возможность оценки вредных последствий потребления такого силоса животными.

Обнаружение у патулина высокой токсичности, мутагенных и канцерогенных свойств заставляет отнести его к особо опасным микотоксинам. В последние годы доказано, что патулин могут продуцировать грибы не только родов *Aspergillus* и *Penicillium*, но и многие другие. В тяжелых случаях

отравления патулином проявляются парезом тазовых конечностей, конвульсиями и заканчиваются гибелью животного. При хроническом токсикозе животные отстают в росте, хуже поедают корм.

Нарушение технологии процесса силосования приводит не только к размножению клостридий, энтеробактерий, но также существует риск чрезмерного роста дрожжей и контаминации субстрата нитрозаактивными бактериями.

В Республике Беларусь, особенно в последние годы, бывают случаи, когда силосуют подмороженную кукурузу.

В исследованиях качество силоса, приготовленного из кукурузы разных сроков уборки (через 3 и 10 дней после заморозков), проводили по комплексу показателей [9].

Органолептические показатели кукурузного силоса из растений, убранных спустя 3 дня после заморозков, свидетельствовали о получении качественного корма: структура его была сохранена и без плесневого мицелия; цвет и запах соответствовал требованиям, предъявляемым к высококачественному силосу. Анализ биохимических показателей силоса из кукурузы, убранной сразу после заморозков, показал кислотность корма в пределах нормы (рН 3,8–3,9), что свидетельствовало о нормальном протекании процессов брожения.

Консервирование поврежденной заморозками кукурузы (через 10 дней) приводило к снижению количества молочной кислоты (до 39% от общей суммы кислот) и увеличению содержания уксусной. Несмотря на то, что в этом варианте не было масляной кислоты, все же соотношение образовавшихся кислот оказалось неблагоприятным. Высокий уровень уксусной кислоты (61% от общей суммы кислот) свидетельствовал об активности нежелательной микрофлоры, в том числе дрожжей, создающих в дальнейшем оптимальные условия для развития плесневых грибов в силосованном корме.

Микробиологические процессы созревания силоса из кукурузы, поврежденной заморозком, протекают более интенсивно, чем при силосовании кукурузы, не поврежденной им, при большем участии нежелательной микрофлоры в верхних

слоях. Дрожжи в такой массе выявляются даже в большем количестве, чем в созревших силосах из неповрежденной заморозком кукурузы. Из гнилостных бактерий выделяют те же виды, которые встречаются обычно при силосовании зеленой массы разнообразных растений, в том числе и кукурузы – *Pseudomonas herbicola* и *Bacterium levans*. В. Шмидт, Г. Веттерау (1975) отмечают, что через 5 месяцев хранения качество силоса из кукурузы, поврежденной заморозками, взятого в середине хранилища и в более глубоких слоях, по органолептическим, биохимическим (состав органических кислот) и микробиологическим показателям было хорошим. В то же время в верхней части сооружения был получен силос плохого качества. Верхний слой силоса обладал острым запахом масляной кислоты. Были выявлены гнилостные бактерии в доминирующем количестве по сравнению с молочнокислыми: 30 и 23 млн бактерий на 1 г силосной массы соответственно. Здесь же было в значительно большем количестве маслянокислых бактерий, чем в силосе, залегающем на середине сооружения [107].

Таким образом, опытные данные показали, что после заморозков кукурузу необходимо быстро убрать на силос. Подмороженные растения кукурузы хорошо силосуются и не теряют кормовой ценности, если их закладывать в силосохранилище в течение 1–3 суток после заморозка с соблюдением всех технологических приемов. Силосование кукурузы спустя 10 дней после заморозков приводит к снижению уровня молочной кислоты, неблагоприятному соотношению ее с уксусной кислотой и последующему развитию нежелательной микрофлоры.

В кормовой кукурузе, как указывалось в 1 разделе, показатель силосуемости (сахаро-буферное отношение) более 4, т. е. кукуруза всегда содержит намного больше водорастворимых углеводов по отношению к буферным веществам (сырой протеин, минеральные вещества и др.), а количество эпифитных молочнокислых бактерий избыточно в большинстве случаях. Поэтому она относится к легкосилосуе-

тому сырью. Однако излишек водорастворимых углеводов создает совершенно иную проблему. Сахар, который не используется для образования молочной кислоты, служит питательной средой для дрожжей. Потери происходят, в основном, при выемке и использовании кукурузного силоса, т. е. во время его скармливания. В процессе анаэробного хранения дрожжи, конкурируя с молочнокислыми бактериями, могут нерационально переводить сахар в спирт. При последующем доступе воздуха дрожжи переключаются на дыхательный метаболизм с выделением тепла и интенсивно развиваются. В результате молочная кислота распадается, что приводит к повышению величины рН, и таким образом создаются условия, которые стимулируют развитие нежелательных микроорганизмов. В результате приготовленные силосованные корма из кукурузы, а также из сорго и целых растений зернофуражных культур (без обмолота) склонны к аэробной порче, которая приводит к большим потерям питательных веществ, а также ухудшению их санитарно-гигиенического качества. Как было показано в последние годы, в верхних слоях силоса, который подвергся аэробной порче, были найдены как аэробные бактерии, так и большое количество спор облигатных анаэробных клостридий [124, 177]. Следовательно, у этих культур остается особенно высокая вероятность аэробной нестабильности, и поэтому возникает настоятельная необходимость ее минимизации.

В исследованиях зарубежных и отечественных ученых установлена тесная связь между процентом суточных потерь сухого вещества и продолжительностью выдержки на воздухе, потерями сухого вещества силоса и повышением температуры, общими потерями сухого вещества и конечным показателем рН корма. Так, **H. Victor, D. Rees (1982 г.)** установили, что повышение температуры силосной массы на 10 °C (сверх 21°) влечет за собой увеличение потерь сухого вещества на 1,7% в сутки [179]. Выявленная зависимость между потерями сухого вещества и содержанием водорастворимых

углеводов позволила авторам заключить, что большая часть потерь происходит за счет водорастворимых углеводов.

В результате развития аэробной микрофлоры при доступе кислорода воздуха происходит также гидролиз (распад) соединений белковой природы. При этом протеолитическая активность микроорганизмов усиливается при возрастании рН и температуры корма [57, 98]. Образующиеся при этом амины и аммиак при их повышенной концентрации в корме могут быть токсичными для животных. Окислительному распаду подвергаются ненасыщенные жирные кислоты, каротин.

Величина потерь зависит, в первую очередь, от популяции микроорганизмов, а также от оставшихся питательных веществ Ю. А. Победнов (2010) на основании собственных результатов пришел к выводу, что основной предпосылкой для последующего быстрого разложения является наличие оставшихся водорастворимых углеводов, неизрасходованных при анаэробной ферментации. В аэробной среде интенсивно развиваются дрожжи [77].

В некоторых случаях фиксируются до 25% «аэробных» потерь и их величина зависит от способа и длительности выгрузки, площади открытой поверхности и т. д. Большая площадь открытой поверхности, которая облегчает проникновение воздуха в силосную массу, является причиной значительных потерь – до 32% и выше [179].

По данным ряда исследователей, помимо потерь питательных веществ в процессе аэрации корма происходит значительное снижение их переваримости. Так, переваримость сухого вещества нормального и подвергнутого аэрации (в течение 3–7 суток) травяного силоса составила 71,4 и 58,8%, сырого протеина – 75,1 и 64,0%, энергии – 70,7 и 58,5% соответственно [98].

При содержании в 1 г корма на момент его вскрытия более 10^5 дрожжевых клеток он уже оценивается как нестабильный и необходимы дополнительные меры [112].

Следовательно, качество силоса во многом зависит от процессов ферментации, которые иногда проходят не совсем

правильно. Большое влияние на ферментацию оказывают вид и влажность сырья, правильная уборка урожая и технология производства силоса. Выполнение этих условий уменьшает возможность развития в силосе нежелательных микроорганизмов, в том числе патогенов, среди которых выступают роды *Clostridium*, *Enterobacter*, *Listeria monocytogenes*, дрожжи и плесени. Для получения силоса высокого качества часто необходимо использовать химические добавки и биологические инокулянты. Кроме того способствует нежелательным изменениям состава микрофлоры силосованного корма несоблюдение правил хранения и выемки из хранилищ, особенно курганов.

Контаминация сенажа

При хранении сенажа требуется особенно тщательная герметизация, поскольку он представляет собой полусухую массу, в которую легко может проникнуть воздух, способствующий развитию аэробной микрофлоры. Плесневые грибы могут развиваться с пониженной влажностью (45–50%), но их существование затруднено из-за отсутствия воздуха (кислорода). Выше было рассмотрено, что при строгом соблюдении технологических приемов заготовки, хранения и выемки сенажа грибы в бескислородных условиях не развиваются. Однако в условиях недостаточного уплотнения и разгерметизации хранилища сенаж хорошего качества приготовить нельзя, так как бурно начинают развиваться грибы, в том числе токсигенные [38, 54–55]. В период хранения в сенаже встречаются следующие сапрофитные грибы: *Aspergillus nidulans*, *A. fumigatus*, *A. terreus*, *A. flavus*, *A. niger*, *Penicillium cyclopium*, *P. notatum*, *P. chrisogenum*, *Mucor chiemalis*, *M. circinelloides*, *M. Chiemalis* (табл. 5). Особенно широко представлены виды рода *Aspergillus*. Сенаж поражают токсигенные грибы рода *Fusarium*: *F. avenaceum*, *F. moniliforme*.

В плохо уплотненных и недостаточно герметизированных хранилищах, особенно в курганах, где сложно создать

анаэробные условия, грибы быстро развиваются не только в верхних, боковых, но и других слоях массы. Продолжающееся поступление воздуха способствует выживанию аэробных микроорганизмов. Сенаж из крупноизмельченных растений в хранилищах траншейного типа склонен к аэробной порче. В результате процессов самосогревания, плесневения сенажа и других нежелательных аэробных процессов резко снижаются переваримость питательных веществ, особенно протеина, и имеет место его порча.

Таким образом, ухудшение *аэробной стабильности* сенажа из провяленных многолетних и однолетних трав с высоким содержанием сахара (свыше 45% СВ) обусловлено тем, что по мере увеличения содержания сухого вещества вероятность получения корма, как и силоса из кукурузы, с количеством плесневых грибов, превышающих их критический уровень, существенно возрастает. Это обусловлено не только более слабой степенью уплотнения консервируемой массы с относительно высоким содержанием сухого вещества, облегчающего проникновение в ее толщу воздуха. По мнению Ю. А. Победнова (2010), с повышением содержания СВ в консервируемой массе уменьшается образование кислот, в том числе и обладающих фунгицидным действием [77]. В том случае, когда в одном грамме исходного сырья содержится более 4×10^5 КОЕ грибов, нельзя получить из него стабильный корм и необходимы дополнительные меры по предотвращению аэробной порчи [112].

Контаминация соломы

Солома (мякина) заспорится также в период уборки. Особенно часто на ней обнаруживают грибы следующих родов: *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Monopodium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, реже находят *Gliocladium*, *Cephalosporium*, *Helminthosporium* (табл. 5). В соломе были обнаружены различные токсины грибов родов *Fusarium*, попавшие туда

до уборки растений, но сохранившие стабильность при обычных условиях хранения соломы.

Многие из указанных грибов обуславливают тяжелые патологии животных: токсикозы, аборт, бесплодие, снижение продуктивности и т. д. Особенно токсичен гриб *Stachybotrys alternans*. Он распространен в нашей стране, а также в некоторых зарубежных странах. Стахиботриотоксин относят к стероидам – производным пергидроциклопенфентрена, имеющим в боковой цепи ненасыщенную лактоновую группировку, лактоновое кольцо, построенное по типу лактонового кольца кумарина. Из гриба выделены токсины – стахиботриотоксин А и стахиботриотоксин Б. Методом тонкослойной хроматографии Р. Юськив (1968) обнаружил три фракции токсических веществ гриба: две – в мицелии Rf 0,92 (I) и Rf 0,6 (II) и одна – в культуральной жидкости – Rf 0,6. Фракция I – свечение в УФ оранжево-коричневое; фракция II(A) – яркое, светло-голубоватое [90].

Из многих грибов, поражающих солому, также выделены различные токсические метаболиты. Поскольку солома часто используется как подстилочный материал и реже – в качестве грубого корма в рационах животных, литературные данные обычно сообщают о поражении кожи дерматотоксинами типа Т-2 токсина и реже другими планарными и макроциклическими трихотеценами, в частности, сатратоксином [185].

На соломе можно обнаружить не только плесневые грибы, но и бактерии *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, являющиеся показателями санитарного состояния корма.

Следовательно, в контаминации кормов токсигенной микрофлорой основную роль играют способы их заготовки. Недочеты при консервировании приводят к повышению доли «неправильной» ферментации и накоплению опасных метаболитов нежелательных микроорганизмов. Однако в разрезе данной работы наибольший интерес представляет изучение грибных и бактериальных патогенов в целях предотвращения их развития, образования ими токсинов и всевозможных болезней сельскохозяйственных животных, которые являются следствием поедания недоброкачественных кормов.

Органолептическая оценка, микологические показатели в зерне, силосе, сенаже, сене, соломе должны соответствовать требованиям Ветеринарно-санитарных правил обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов [24].

1.3. Причины распространения и усиления вредоносности фузариев

Проблема фузариозных болезней зерновых культур является многогранной и крайне актуальной. Грибы рода *Fusarium* широко распространены в агроценозах по всему земному шару, способны поражать практически все виды сельскохозяйственных растений, но наибольший урон они наносят зерновым культурам.

В условиях Беларуси все выращиваемые зерновые культуры поражаются фузариозными грибами. Основные болезни, вызываемые фузариями – это корневые и прикорневые гнили, снежная плесень, фузариоз колоса (рис. 1–4).



Рисунок 1. Фузариоз колоса озимой пшеницы



Рисунок 2. Поражение озимых зерновых культур снежной плесенью



Рисунок 3. Фузариозное поражение корневой и прикорневой частей растений пшеницы



Рисунок 4. Поражение корневыми гнилями озимой пшеницы и озимой ржи: слева – здоровые растения, справа – пораженные

Министерство сельского хозяйства Соединенных Штатов Америки оценивает фузариоз колоса как одну из самых разрушительных болезней растений в мире после эпидемий ржавчины в 1950-х. С 1990 г. потери фермеров от эпифитотий ГНВ пшеницы и ячменя в США составили более чем 3 миллиарда долларов [151].

Вредоносность фузариозных болезней обусловлена как прямыми потерями урожайности, так и косвенными экономическими потерями (рис. 5).

Прямые потери связаны с гибелью растений при поражении снежной плесенью озимых зерновых культур (в некоторых случаях поврежденные посевы приходится уплотнять яровыми культурами или полностью пересевать), а также со снижением массы 1000 зерен в результате поражения корневыми гнилями и фузариозом колоса.

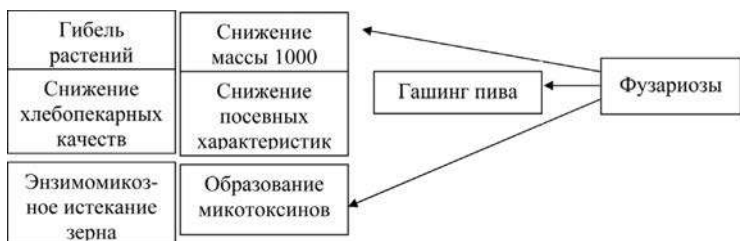


Рисунок 5. Вредоносность фузариозов зерновых культур

Косвенные, но не менее значительные экономические потери связаны со снижением хлебопекарных, пивоваренных и посевных качеств пораженного фузариями зерна, а также с образованием в зерне и сохранении в продуктах его переработки микотоксинов.

В последние годы эпифитотии фузариозов и непосредственно фузариоза колоса в Беларуси значительно участились. Основные причины усиления вредоносности фузариозов зерновых культур заключаются в следующем [104].

1. Отсутствие в республиканском сортименте (и в мировой коллекции) абсолютно устойчивых к фузариозу колоса сортов зерновых культур.

По данным И. Б. Абловой (Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко), при селекции пшеницы на фузариоустойчивость используются следующие источники: **Sumai 3**, **Nobeokabozu komugi**, **Frontana** и значительно реже **Ringo Star** и **Arina**. Такая узкая генетическая основа фузариоустойчивости оказывается слишком уязвимой для основных возбудителей болезни [1]. Вместе с тем данные источники кроме фузариоустойчивости не обладают другими хозяйственно-полезными признаками, поскольку имеют большую высоту растений, рыхлый колос и низкую урожайность.

2. Изменение климата. По данным В. Логинова и В. Мельника, за последние 20 лет климатические зоны сдвинулись с юга на север республики примерно на сто километров [61, 64]. В настоящее время в Беларуси можно выделить четвер-

тую климатическую зону на юге Брестской области и вокруг Гомеля (рис. 6).

При этом за счет зимних месяцев за 20 лет среднегодовая температура в Беларуси выросла на 1,1 °С, а температура января за последние годы поднялась на 3 °С. Глобальное потепление влияет также на летние месяцы, правда, только на вторую половину этого сезона, которая особенно важна для развития фузариоза колоса.

Эпифитотии фузариоза колоса последних лет во многом объясняются большим количеством осадков, выпавших в момент цветения культур: 3 декады июня – 1 декады июля. Яровая пшеница и яровое тритикале, как самые поздние культуры, поражаются сильнее, поскольку часто попадают под обильные августовские осадки.

Фузариоз колоса начинается с заражения цветущих колосьев. Чем больше осадков выпадает в этот момент, тем сильнее будет развитие инфекции.

3. Изменение видового состава доминирующего комплекса грибов рода *Fusarium*.

Согласно литературным данным, *F. culmorum* и *F. graminearum* – наиболее широко распространенные и вредоносные виды фузариев в мире. На территории бывшего Советского Союза они были приурочены к различным экологическим нишам. Так, *F. culmorum* характерен для более холодного климата – северо-запада Российской Федерации (Ленинградская и Новгородская обл.). К этой же зоне относится и Беларусь. *F. graminearum* преобладал в регионах с теплым и влажным климатом – Дальневосточном и Северо-Кавказском. Однако, в последние годы показано расширение ареала *F. graminearum* и обнаружение его на северо-западной территории Российской Федерации, а частота встречаемости *F. culmorum*, наоборот, снижается. Российские ученые предполагают, что повышение среднегодовых температур, особенно в зимние месяцы, связанное с глобальным потеплением климата на Земле, могло создать благоприятные условия для выживания *F. graminearum* [28].

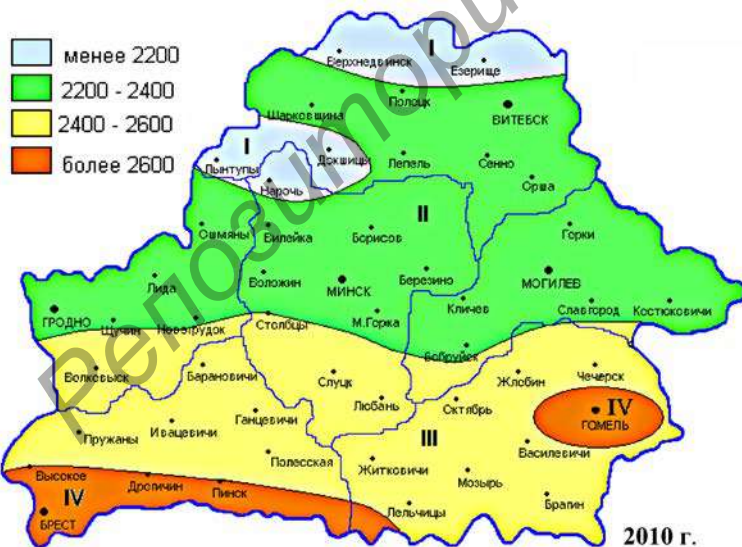


Рисунок 6. Изменение климатических зон в Республике Беларусь (сумма эффективных температур)

Та же тенденция наблюдается и в нашей республике. Сотрудниками лаборатории иммунитета РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на протяжении более 20 лет отслеживается видовой состав грибов рода *Fusarium*, паразитирующих на колосе зерновых культур.

Установлено, что в комплексе патогенов до 2005 г. преобладали *F. culmorum* и *F. avenaceum* (61,6 и 25,4% соответственно). Частота встречаемости *F. graminearum* в этот период составляла не более 1,8%. Начиная с 2003 г., в течение каждого вегетационного периода, мы отмечали присутствие данного патогена в комплексе возбудителей фузариоза колоса, а в 2009 г. он занял доминирующее положение (34,6%), значительно отеснив *F. culmorum* (1,3%) [103]. В 2009 г. был также впервые описан новый для республики вид *Fusarium cerealis*, что было подтверждено специалистами ВИЗР [102].

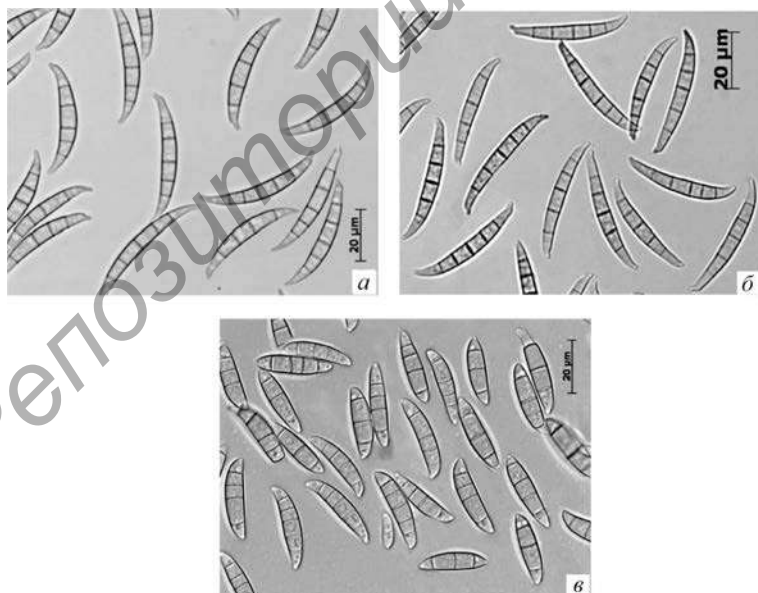


Рисунок 7. Макроконидии *F. cerealis* (а), *F. graminearum* (б) и *F. culmorum* (в)

Виды *F. culmorum*, *F. graminearum* и *F. cerealis* близки в систематическом отношении, поэтому имеют сходство по морфологическим характеристикам, что важно при идентификации (рис. 7). Однако, в отличие от *F. culmorum* и *F. graminearum*, продуцирующих в основном дезоксиниваленол (ДОН), для *F. cerealis* характерно образование другого трихотеценового микотоксина – ниваленола (НИВ) [29].

4. Фузарии – космополиты без узкой специализации, т. е. один и тот же вид может вызывать болезни большинства видов семейства мятликовых (*Poaceae*). В структуре посевных площадей значительно увеличилась доля восприимчивых к фузариозам злаковых культур. Так, на протяжении последних лет зерновые культуры составляют 52–53% посевных площадей Республики Беларусь. Кроме того, резко увеличились площади под кукурузой с 300 до 1000 тыс. га. Сюда же необходимо добавить площади, занятые многолетними злаковыми травами. Таким образом, на растительных остатках и в почве постоянно присутствуют и накапливаются возбудители фузариозов зерновых культур.

5. Сроки уборки. Даже лучшие фунгициды сохраняют свою активность в течение 25 дней, а с момента цветения зерновых культур до уборки проходит около 40 дней, т. е. минимум две недели колосья находятся без защиты. При опоздании с уборкой в оптимальные сроки происходит вторичное заражение колоса фузариями. Этот процесс в значительной степени провоцируется осадками. При этом может наблюдаться энзимомикозное истощение зерна (ЭМИЗ). Патогенные грибы выделяют β-амилазу – фермент, который разрушает крахмал на дисахарид мальтозу, которая растворима и легко вымывается из зерновок, что приводит к резкому снижению массы 1000 зерен.

6. Доработка семян. Бытует мнение, что путем фракционирования зерна на ситах с последующим удалением мелкой фракции можно снизить поражение семян фузариозом. Однако это не так. Поражение фузариозом действительно снижает массу 1000 зерен, но при этом снижается масса не

отдельного «зараженного» зерна, а каждого в колосе. Поэтому, самая мелкая фракция зерна заражена не больше любой другой (табл. 6).

Таблица 6. Поражение семенной инфекцией различных фракций зерна яровой пшеницы, средние результаты по 10 образцам, 2010г.

| Фракция, мм | Доля фракции, % | МТЗ фракции, г | Лаб. всхожесть, % | Фузариоз, % | Альтернариоз, % |
|-------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------|-----------------|
| >2,5 | 19,7 | 31,6 | 87,9 | 71,1 | 13,5 |
| >2,0 | 64,7 | 24,5 | 86,8 | 66,4 | 14,5 |
| <2,0 | 15,2 | 15,2 | 87,8 | 53,5 | 12,8 |
| Общая | – | 24,6 | 86,5 | 61,5 | 13,7 |

Следовательно, путем механической очистки невозможно избавиться от фузариозных зерен.

Любое снижение качества корма и режима кормления приводит, как правило, к нарушению обмена веществ в организме сельскохозяйственных животных.

Выше подробно обсуждалось, что недочеты технологического процесса консервирования кормов могут привести к размножению гнилостных, маслянокислых, нитроактивных и других бактерий, а также дрожжей и плесневых грибов.

Продуктами белкового обмена нежелательных аэробных гнилостных бактерий являются амины и другие токсические соединения (путресцин, кадаверин, индол, скатол, метилмеркаптан и т. д.). При скармливании силоса эти вещества, поступая в кровь, вызывают различные заболевания и отравления животных [12].

Получены данные о возможности развития нитроактивных бактерий и образования в силосе нитрозаминов, являющихся канцерогенами [15].

В настоящее время санитарно-микробиологический контроль кормов и комбикормового сырья стал особенно актуален, т. к. сегодня необходимо искать защиту не от одного, двух или трех, а от целого ряда микотоксинов, обнаруживаемых в кормах. Они не только снижают питательную ценность кормов, ухудшают их потребление, но приводят к падению продуктивности, заболеваниям животных и опосредованно представляют угрозу для здоровья людей. Исследования, которые проводили отечественные и зарубежные ученые, показывают высокую частоту и степень пораженности ми-

котоксинами кормов и пищевых продуктов на всех континентах [36, 39, 51, 54, 58, 66–67, 90].

Разные виды кормов могут быть контаминированы токсинообразующими клостридиями, представителями энтеробактерий (кишечная палочка, патогенные сальмонеллы, протей и др.), вызывающие такие острые кишечные инфекции, как бактериальная дизентерия, брюшной тиф и пищевые отравления [55, 63]. В процессе хранения кормов при высокой температуре и влажности они достаточно быстро размножаются. Если такие корма скармливать животным, то они могут заболеть или стать носителями инфекции. Комбикорм загрязняется сапрофитами и патогенными микроорганизмами – аэробами и анаэробами при использовании для его приготовления зараженных компонентов (сырья). Они часто играют значительную роль в распространении возбудителей болезней группы кишечной палочки (БГКП) и других энтеробактерий.

2.1. Общие эффекты загрязнителей кормов растительного происхождения

Химический состав кормов, пораженных плесневыми грибами

При интенсивном развитии грибов снижается санитарное качество кормов и в значительной степени изменяется их химический состав – количество жиров, затем углеводов и белков (табл. 7).

Таблица 7. Сравнение питательной ценности кукурузы, не пораженной и пораженной плесневыми грибами (Ю. А. Пономаренко, 2007)

| Кукуруза | Сырой протеин, % | Сырой жир, % | Сырая клетчатка, % | Крахмал, % | Сахар, % |
|---------------|------------------|--------------|--------------------|------------|----------|
| Не пораженная | 8,9 | 4,0 | 3,1 | 57,6 | 4,3 |
| Пораженная | 8,3 | 1,5 | 3,4 | 58,1 | 4,6 |

Это приводит к накоплению в корме продуктов распада, изменяющих цвет, запах, вкус корма, его физические показатели, в том числе слеживание и т. д.

Грибы являются основным источником липазы в хранящихся кормах, с их участием происходит гидролиз жиров, сопровождающийся образованием свободных жирных кислот и глицерина при повышенной температуре. По данным некоторых исследователей аспергиллы и пенициллы (*A. niger*, *A. flavus*, *P. chrysogenum* и др.) обладают липолитической активностью и разлагают от 74,5 до 91,9% жира при развитии на кормах во время хранения [90].

Ю. И. Рубинштейн (1956) установила корреляцию между наличием липолитической активности грибов рода *Fusarium* и их токсичностью [84].

Изучение изменения углеводной группы в зерне кукурузы, пораженном *Aspergillus*, *Penicillium* и *Fusarium*, выявило, что в нем происходит процесс расщепления крахмала с образованием моносахаридов, которые затем поглощались грибами [14].

Н. А. Спесивцева, Б. Н. Хмелевский (1975), ссылаясь на эксперименты Л. Лелены, указывают, что в аэробных условиях сахара используются грибами с образованием углекислоты, а в анаэробных – с образованием спирта или уксусной кислоты и выделением энергии. Уменьшается в корме и количество сухого вещества [90].

Установлено, что при хранении зерна кукурузы, зараженного грибами рода *Fusarium* и *Aspergillus fumigatus* в течение 10–24 дней, снижается количество белкового азота и увеличивается содержание аминного азота. Общее количество белка, рассчитанное по азоту, не изменяется. При хранении снижается растворимость белка зерновых и продуктов их переработки, а также их переваримость [14].

По данным З. И. Пилипец (1970), при интенсивном развитии на зерне грибов (*Fusarium graminearum*, *F. sambucinum*, *Penicillium granulatum*, *Mucor circinelloides*, *Aspergillus nidulans*) происходит потеря веса зерна; снижается содер-

жание в зерне общего и, особенно, белкового азота при одновременном увеличении небелкового азота; изменяется содержание общих и связанных аминокислот зерна и увеличивается содержание свободных аминокислот [75, 76].

В зерне, пораженном, к примеру, *F. graminearum*, содержание общего и белкового азота снижается больше, чем в зерне с *F. sambucinum*. Эти грибы уменьшают содержание в зерне связанных форм незаменимых аминокислот – гистидина, треонина и лейцина, а также заменимых – серина, глицина, аланина и тирозина.

В зерне, пораженном грибами *Mucor circinelloides*, наоборот резкое уменьшение содержания белкового азота наблюдается под действием нетоксигенных штаммов.

Токсигенные и нетоксигенные штаммы *Penicillium granulatum* снижают содержание незаменимых аминокислот – гистидина, аргинина, валина, лейцина, фенилаланина, а также заменимых аминокислот – аспарагиновой кислоты и глицина, увеличивают содержание в зерне метионина и цистина. К тому же они уменьшают количество связанных форм незаменимых аминокислот – лизина, гистидина, валина, фенилаланина и заменимых – тирозина, аланина, глицина и аспарагиновой кислоты, приводят к значительному увеличению связанной формы глютаминовой кислоты.

Aspergillus nidulans снижает содержание связанных форм незаменимых аминокислот – валина, изолейцина, лейцина, фенилаланина и заменимых – тирозина, аланина и глицина, а также увеличивает содержание цистина и глютаминовой кислоты.

Во время хранения происходят значительные потери витаминов, минеральный же состав корма почти не изменяется.

Нарушение обменных процессов в организме животных и снижение их продуктивности

Среди опасных токсикантов значительное место занимают микотоксины, общие эффекты которых на разные виды сельскохозяйственных животных представлены в таблице 8.

Таблица 8. Общие эффекты микотоксинов на сельскохозяйственных животных и продукты питания (Евросеминар по микотоксинам, 2005)

| |
|---|
| <p>Птица</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение потребления корма, замедленный прирост живой массы и снижение эффективности использования корма 2. Сниженная яйценоскость, масса яйца, качество яйца, оплодотворенность, выводимость и полноценность цыплят 3. Повышение восприимчивости к болезням 4. Кровоподтеки (красноватая окраска мяса) |
| <p>Свиньи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение потребления корма, замедленный прирост живой массы и снижение эффективности использования корма 2. Гиперэстрогенизм, нарушенная лактация, бесплодие, аборт 3. Легочный отек 4. Повышение восприимчивости к болезням |
| <p>Крупный рогатый скот</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение потребления корма, замедленный прирост живой массы и снижение эффективности использования корма 2. Репродуктивные нарушения, эмбриональная смертность, аборт 3. Нервные нарушения, дрожание, нарушение координации 4. Повышение восприимчивости к болезням |
| <p>Остаточность в продуктах питания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зеараленон – в молоке 2. Т-2 токсин – в яйцах 3. Афлатоксин – в молоке, мясе и яйцах 4. Охратоксин и цитрин – в мясе 5. Фумонизины – в мясе 6. ДОН – в молоке |

Специалисты отмечают, что общими последствиями скармливания контаминированных кормов являются снижение потребления корма, замедленный прирост живой массы, повышение восприимчивости к болезням.

Наибольшую опасность для свиней представляют метаболиты *F. graminearum*, особенно ДОН. При ежедневном в течение трех недель введении ДОН в корма для поросят (в дозах 2,4 и 3,6 мг/кг корма) отмечено снижение прироста живой массы животных на 18 и 48%, а также уменьшение потребления корма на 24 и 34% соответственно по отношению к контролю [37].

В исследованиях А. А. Хоченкова снижение эффективности корма свиньями было обусловлено нарушением функционирования печени в результате скармливания кормов с превышением МДУ ДОН [93].

Этот микотоксин малотоксичен для кур: при продолжительном введении ДОН в дозе 18 мг/кг корма цыплятам, начиная с однодневного возраста, а затем в течение яйцекладки, не было отмечено увеличения отхода птиц по сравнению с контрольной группой [37].

Согласно результатам исследований многих ученых, во время силосования гибнет значительная часть спор грибов и наступает снижение активности микотоксинов. Факторами инактивации являются ферменты бактериальные, растительные, а также амины, аммиак или группа SH. В условиях низкого pH и действия бактериальных ферментов ДОН показывает большую стабильность и обнаруживается в силосе. В исследованиях над коровами, которым скармливали корма, значительно зараженными дезоксиниваленолом, не установлено негативных изменений в потреблении сухого вещества и молочной продуктивности. В то же время в других исследованиях была установлена отрицательная корреляция между уровнем загрязнения дезоксиниваленолом, производством молока и состоянием здоровья коров.

Часто в силосе обнаруживается также зеараленон. Однако только высокие дозы этого токсина воздействуют на воспроизводительные функции коров.

Ранее считали, что жвачные животные менее чувствительны ко многим микотоксинам, поступающим в организм с кормом, т. к. микрофлора рубца способна эффективно их разрушать. Однако микотоксины угнетают рубцовую микрофлору [67]. Жвачные являются одними из самых чувствительных животных в отношении действия токсинов *Penicillium roqueforti*, таких как пеницилловая кислота, микофеноловая кислота и **PR-токсин**. **Антимикробная активность** этих токсинов была обнаружена сразу после их идентификации и недавно была подтверждена. Действие их и других

токсинов на животных, помимо локальных очагов воспалительных процессов, заключается в дисбактериозе рубца и румините, которые часто наблюдаются при поедании животными зараженного силоса [150].

При контаминации корма видами *Penicillium* наблюдается снижение потребления корма, особенно у дойных коров, которое может приводить к значительному падению продуктивности и ухудшать состояние здоровья животных, особенно у высокопродуктивных коров, т. к. у них возникает отрицательный баланс энергии, особенно в начале лактации.

Клинически выраженное негативное влияние на молочную продуктивность было подробно исследовано в работе М. Hölterschinken и др. (1995) и показано, что силос, зараженный *Penicillium roqueforti*, изменяет ход ферментативных процессов в рубце. В долговременном эксперименте *in vitro* на искусственном рубце (Rusitec) силос, зараженный этими грибами, приводил к снижению pH, выделению метана (91%) и образованию короткоцепочечных жирных кислот (77%) [136].

Охра- и афлатоксины особенно опасны для лактирующих коров. Повышенное содержание крахмала в рационах высокопродуктивных животных снижает активность популяции простейших в рубце, в результате чего эти токсины вызывают поражение почек и печени, попадают в молоко [65, 91].

Нарушение технологии силосования, приводящее к появлению в корме продуктов гнилостного распада белка (масляная кислота, кадаверин, путресцин и др.), делает его вредным для скармливания жвачным животным.

Содержащаяся в силосе масляная кислота в количестве 12,0–66,3% (по отношению к общему количеству кислот), при 2–6 месячном скармливании его лактирующим коровам по 20–25 кг в сутки (без корнеплодов) вызывает тяжелое ацидотическое состояние с синдромом кетонурии и кетонолактии. Часто отмечается повышение кислотности молока. Усиление маслянокислого брожения в рубце вызывает субклиническую форму кетоза, а в дальнейшем – клинически выраженный кетоз [90].

Хроническое отравление стельных коров кадаверином, путресцином и др. продуктами гнилостного брожения, которые содержатся в недоброкачественном корме, приводят к внутриутробному отравлению телят недоокисленными продуктами обмена и тем самым способствует рождению слабого, нежизнеспособного молодняка [90].

Кроме этого в условиях, когда энергетическая питательность грубых и силосованных кормов низкая в результате нарушений рекомендуемых технологических приемов их заготовки, специалисты повышают долю крахмалсодержащих кормов, что вместе с другими факторами (условия содержания, генетическая предрасположенность и т. д.) может приводить к ацидозу, возникновению гнойно-некротического поражения дистальных участков конечностей у животных [60, 81, 108]. А. Лапотко утверждает, что использование фуража, загрязненного грибами, дрожжами и бактериями может быть одной из причин некробактериоза у животных [60].

Чрезмерное размножение клостридий в контаминированных кормах может приводить не только к нарушению обмена веществ, но к заболеванию животных ботулизмом. Возбудитель ботулизма *Clostridium botulinum* вызывает остропротекающий кормовой токсикоз. Болезнь развивается вследствие воздействия ботулинического токсина на организм и характеризуется поражением центральной нервной системы, сопровождается парезами двигательных мышц. *Cl. perfringens* является сапрофитом во внешней среде, возбудителем естественных процессов гниения, вырабатывает токсин (летальный яд). *Cl. tetani* – возбудитель столбняка, вырабатывает термолabile экзотоксин, очень активный в малых дозах. *Энтерококки* способны вызывать гнойно-воспалительные болезни органов пищеварения (энтероколиты, холециститы, панкреатиты). Бактерии рода *протеи* способствуют развитию гастроэнтерита, панкреатита, у молодняка – поносам.

По данным отечественных и зарубежных авторов, при употреблении кормов, зараженных микроорганизмами рода *сальмонелла*, развивается тяжелая токсикоинфекция, поражение желудочно-кишечного тракта у молодняка, острые

энтериты, профузный понос, а у крупного рогатого скота – аборт и гибель телят. *Кишечная палочка* является условно патогенным микроорганизмом, но она может вызывать колибактериозы – остропротекающие инфекционные болезни молодняка разных видов сельскохозяйственных животных, характеризующиеся диареей, рвотой, обезвоживанием организма, слабостью и гибелью.

Реальную опасность для организма животных представляют корма, контаминированные одновременно несколькими микотоксинами. Проведенный мониторинг (2007–2011 гг.) токсикологической безопасности грубых и сочных кормов для крупного рогатого скота в Центрально-Черноземной зоне Российской Федерации из 68 хозяйств 7 областей показал, что 69,7% из исследованных кормов были контаминированы 2–5 микотоксинами в пределах ПДК, и у потреблявших их высокопродуктивных коров выявлена токсическая дистрофия печени (28%) и нарушение функции почек (64%). Доминирующими среди выявленных микотоксинов в кормах были метаболиты фузариевых грибов: ДОН обнаружен в 99,4% исследованных проб, зеараленон – в 62,5%; Т-2 токсин – в 44,5%. В то время как афлатоксин выявлен только в 14,2% проб, охратоксин – в 17,6% [36].

Остаточные количества контаминантов в продукции

Качество корма для животных определяет и качество их продукции (табл. 8). Свободное от микроорганизмов молоко невозможно получить, если в силосе присутствуют микотоксины, много масляной кислоты или он испорчен. В некоторых сыродельческих районах ошибочно считают скармливание силоса нецелесообразным. Маслянокислые бактерии могут вызывать «вспучивание» сыров. Благодаря применению микробиологического анализа на наличие спор и бактерий рода клостридий в сочетании с образцовой дезинфекцией доильных установок достигается улучшение качества молока.

Токсином, который чаще остальных обнаруживается в силосе и молоке, является дезоксиниваленол.

Афлатоксины могут переходить и в продукты животного происхождения. 1200 мкг афлатоксина переходит из корма, например, в печень бройлеров в виде 1 мкг. Наихудшее соотношение токсин-продукт зафиксировано для молока (75:1). Мясо птицы также может представлять угрозу для здоровья человека, если при его выращивании использовались корма, пораженные микотоксинами. Еще в 1979 г. с помощью меченого радиоактивного афлатоксина было доказано, что спустя 5 ч после кормления птицы 31% этого токсина оказывался в грудных мышцах, 11% – в крови и 10% – в печени. Хотя афлатоксин в яйце не так стабилен, как в некоторых других продуктах, после 9 месяцев хранения при 3 °С уровень его сложно установить, тем не менее его концентрация в желтке выше, чем в белке [40].

2.2. Загрязнение кормов аминами и другими токсигенными продуктами гнилостного брожения

Источниками загрязнения кормов аминами и другими токсическими соединениями являются представители рода гнилостных бактерий (*Bacillus megatherium*, *B. mesentericus*), которые одними из первых включаются в процесс ферментации при заготовке и, чаще всего, встречаются в количестве 10^4 – 10^6 , а при нарушении технологии – до 10^8 – 10^9 КОЕ/г растительного сырья. Эти микроорганизмы являются активными продуцентами разнообразных гидролитических ферментов. В силосах низкого качества встречаются *Bacterium fluorescentens*, *Bact. proteus*, *Bact. levans*, *B. mycoides*, *B. sphaericus*; а в самоогревающихся силосах – *B. mesentericus* [9, 12]. Гнилостные бактерии, развиваясь из спор, могут начать свою разрушительную деятельность в случае, когда большая часть молочной кислоты нейтрализована продуктами разложения белка (маслянокислыми бактериями и дрожжами) при неправильном хранении и скармливании корма.

Температурный фактор, по мнению украинских ученых, влияет на накопление вредных аминов в консервированном корме (табл. 9).

Таблица 9. Содержание аминов в люцерне, кукурузе, сорго и пшенице до и после силосования, ppm в сухом веществе (М. Ф. Кулик и др., 2006)

| Амины | Зеленая масса | | | |
|-----------------|---------------|----------|-------|---------|
| | люцерна | кукуруза | сорго | пшеница |
| Путресцин | – | 149 | – | – |
| Кадаверин | – | 211 | – | – |
| Триптамин | – | – | – | – |
| 2-фенилэтиламин | – | – | – | – |
| Спермидин | 307 | – | – | – |
| Гистамин | – | – | 136 | – |
| | Силос | | | |
| Путресцин | 4214 | 1723 | 571 | 3018 |
| Кадаверин | 7341 | 1545 | 621 | 3212 |
| Триптамин | – | 341 | 769 | – |
| 2-фенилэтиламин | – | 535 | – | – |
| Спермидин | 1163 | – | – | 215 |
| Гистамин | 111 | – | 318 | – |

Гнилостные бактерии используют в качестве питательных веществ различные белки, углеводы (глюкозу, сахарозу, мальтозу и др.) и органические кислоты. Значительная часть белкового азота (до 40% и более) под действием гнилостных бацилл может быть переведена в аминную и аммиачную форму, а часть аминокислот в моно- и диамины, углеводы и молочную кислоту до газообразных продуктов, особенно в условиях медленного подкисления массы, плохой герметизации. Особенно легко подвергаются действию гнилостных бактерий аминокислоты триптофан, цистеин и цистин, тирозин, гистидин, аргинин, лизин. Превращения *триптофана* могут происходить по трем направлениям. Первый процесс начинается дезаминированием триптофана и приводит к возникновению скатола и индола. Амины в качестве промежуточных продуктов при этом не образуются:

Триптофан → индолпропионовая кислота → этилиндол.

Скатол → индол.

Второй процесс начинается потерей аминогруппы, однако промежуточным продуктом является индолуксусная кислота:

Индолпропионовая кислота → индолуксусная кислота →
скатол → индол.

Третий процесс – декарбоксилирование триптофана, в результате чего образуются в числе промежуточных и конечных продуктов амины:

Триптофан → индолэтиламин → индол → итиламин.

Преращения *цистина* и *цистеина* осуществляются посредством тех же реакций декарбоксилирования, дезаминирования и окисления-восстановления. В этом случае в качестве продуктов распада образуются тиоспирты – метилмеркаптаны, а также сероводород, метан, углекислый газ, аммиак:

Цистин → цистеин → аминокэтимеркаптан →
метилмеркаптаны → метиламин.

Аргинин, *лизин*, *аланин* претерпевают следующие превращения:

Аргинин → мочеви́на → орнитин → путресцин →
аланин → этиламин.

Лизин → кадаверин.

Гниlostные превращения *гистидина* могут осуществляться следующим образом. Если они начинаются процессом декарбоксилирования, то в качестве одного из первых промежуточных продуктов образуется гистамин. При потере аминогруппы в качестве промежуточных продуктов возникают кислоты, содержащие в своей молекуле кольцо имидазола (имидазолпропионовая, имидазолуксусная, имидазолмуравьиная кислоты). Как видно, при гниlostных превращениях аминокислот образуется много ядовитых продуктов – амины, индол, скатол, метилмеркаптан и др.

Проведенные исследования свидетельствуют о важности подавления активности гниlostных бактерий в первую (аэробную) и вторую (анаэробную) фазы процесса силосо-

вания, что ограничивает резкое повышение температуры (самосогревание) в консервируемой массе. Поскольку эти микроорганизмы – преимущественно облигатные аэробы, т. е. без кислорода развиваться не могут и размножаются при рН 4,5–5,5 и температуре от 10 до 60 °С, главным условием их ограничения является быстрое заполнение, достаточное уплотнение и герметизация кормохранилищ.

2.3. Контаминация силосованных кормов нитрозаминами

Нарушение технологии процесса силосования приводит не только к размножению нежелательных анаэробных бактерий (кlostридий и др.), но также существует риск чрезмерного роста аэробных дрожжей, плесневых грибов в условиях доступа кислорода и контаминации *нитрозактивными бактериями*, которые в присутствии аминов образуют из нитратов нитриты, а из нитритов – *нитрозамины*. Эти вещества являются потенциально канцерогенными. Нитрозактивные бактерии могут преобладать даже при рН 4,0. Многие ученые, в том числе В. А. Бондарев (2006), считают, что если бы контроль нитрозаминов осуществлялся в Российской Федерации как в странах Западной Европы, то силос, приготовленный в буртах, почти весь был бы не допущен к использованию [15].

Нитрозамины являются высокотоксичными соединениями. При попадании в организм они поражают печень, вызывают кровоизлияния, конвульсии, могут привести к коме. Большая часть нитрозаминов обладает сильным канцерогенным действием даже при однократном действии, проявляют мутагенные свойства.

Механизм токсического действия нитратов заключается в превращении их в рубце жвачных животных в нитриты, гидросиламин, окислы азота и аммиак по естественному метаболическому пути под влиянием окислительно-восстановительных ферментов.

Основным процессом токсического действия нитратов, нитритов, гидросиламина, окиси азота и нитрозаминов является блокада всех геминовых железосодержащих дыхательных

ферментов за счет химического взаимодействия с двухвалентным железом (ферроформы) гемоглобина крови, миоглобина сердца и скелетных мышц, и цитохромоксидазы нервной ткани с превращением железа в трехвалентную форму (ферриформу). В результате этого все вышеуказанные ферменты теряют способность воспринимать, транспортировать кислород и обеспечивать тканевое дыхание. В крови образуется высокий уровень метгемоглобина, (нитрозогемоглобина), возникает острая гипоксия, истощение кислородной емкости крови, асфиксия. Блокада цитохромоксидазы обуславливает торможение транспорта электронов в дыхательной цепи цитохромов, понижение образования молекулярного кислорода и острое нарушение функции центральной нервной системы (ЦНС).

Во многих странах с высокоразвитым животноводством осуществляется строгий государственный контроль качества силоса, которое определяют по наличию аэробных бактерий, являющихся источником этих соединений. Большую вероятность развития нитрозактивных бактерий отмечают некоторые авторы при заготовке силосованных кормов в хранилищах, в которых нет надлежащего ограничения доступа воздуха, особенно в курганах [15]. В результате развиваются дрожжи и аэробные бактерии. Дрожжи опасны тем, что в качестве углеводного источника питания они в отсутствие сахаров используют молочную кислоту. Из-за снижения ее концентрации развиваются вредные бактерии. Этот нежелательный микробиологический процесс в мировой практике кормопроизводства назван «аэробным разложением» силоса и характеризуется тем, что образуются сильнодействующие канцерогены нитрозамины и микотоксины.

2.4. Вторичные метаболиты грибов в недоброкачественных кормах

Микотоксины – низкомолекулярные соединения. Они устойчивы к высоким температурам (не разрушаются при обработке горячим паром, сушке), длительному хранению, действию кислот и щелочей.

Зеараленон – один из наиболее распространенных микотоксинов, который очень часто и иногда в больших количествах обнаруживают в кукурузном зерне, силосе. Оптимальные условия образования зеараленона – влажность зерна 45–50%, температура +15–30 °С, поэтому токсин особенно интенсивно образуется на заплесневелой кукурузе позднеспелых гибридных сортов, убранной на хранение недозревшей с высокой влажностью 20% и выше [51]. Зеараленон обладает выраженной эстрогенной активностью, приводящей к нарушению воспроизводительных функций у коров, свиней. Минимально-токсическая доза – 1,5 мг/кг корма.

T-2 токсин впервые был выделен из заплесневелой кукурузы в 1968 г. Токсическое действие на животных проявляется в форме обширного воспаления слизистых оболочек ротовой полости, пищевода и ЖКТ с последующим появлением очагов некроза. В начале интоксикации может развиваться лейкоцитоз, а в последующем – лейкопения. Производство этого токсина происходит при низких температурах (+4–14 °С) и повышенной влажности, например, у перезимовавшего под открытым небом или поздно убранного зерна.

Вомитоксин (ДОН) один из наиболее часто встречающихся микотоксинов в зерне по убыванию: пшеницы, кукурузы и ячменя, образующийся в процессе вегетации при высокой влажности и температуре 18–29 °С. Чаще остальных он обнаруживается также в силосе и молоке.

Охратоксин А относится к высокотоксичным соединениям и основным целевым органом для токсического воздействия служат почки. Он вызывает гипокаротинемия, ослабляя способность цыплят использовать каротин кормов. Наиболее оптимальными условиями для образования охратоксина грибами являются влажность зерна 18,5–22% и температура +20–28 °С.

Афлатоксин В₁ относится к одному из наиболее опасных и высокотоксичных микотоксинов, в том числе для человека, и является канцерогеном. Оптимальными условиями для образования афлатоксина являются температура зерна +28–32 °С при влажности зерна 17–18% и окружающего воздуха 80–90%.

Фумонизины представляют собой недавно открытую группу сходных по структуре токсигенных метаболитов грибов. Была установлена связь потребления кормов и пищевых продуктов, зараженных фумонизинами, как с токсическими, так и с канцерогенными свойствами. Они отнесены к потенциальным канцерогенам человека.

Макроорганизм не вырабатывает против них антитела, т. е. животные и человек на протяжении всей жизни остаются чувствительными к микотоксинам. Даже небольшие количества микотоксинов могут оказывать отрицательное воздействие на иммунную систему и метаболизм, представляя таким образом постоянную угрозу для организма животных и человека (табл. 10).

Таблица 10. Зооантропозные заболевания, вызываемые микотоксинами (из разных литературных источников)

| Возбудитель заболевания | Поражение вегетирующих растений и зерна | Действие на животных* | Микотоксины |
|--|--|--|---|
| <i>Fusarium sp.</i> | Красная гниль початков, фузариоз колоса, фузариозная гниль семян | Дерматонекрозы, дистрофические процессы в ЖКТ*, нарушение воспроизводительных функций, дегенерация тканей мозга*, легких*, пищевода*, печени | Более 148 токсигенных соединений, (в том числе Т-2 токсин, ДОН, зеараленон, фумонизины) |
| <i>Aspergillus niger</i> | «Черный зародыш» семян кукурузы | Поражение печени*, канцерогенность, мутагенность, эмбриотоксичность | Афлатоксин |
| <i>Penicillium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i> | Пенициллез, аспергиллез | Нефропатия*, руминиты | Охратоксин, афлатоксин |
| <i>Alternaria sp.</i> | Альтернариоз початков, чернь колоса | Аллергия, геморрагии | Более 20 токсигенных соединений, аллергические и геморрагические токсины |

| Возбудитель заболевания | Поражение вегетирующих растений и зерна | Действие на животных* | Микотоксины |
|--|--|-----------------------|----------------------------------|
| <i>Mucor sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> | Комбинированный муко-ро-аспергиллотоксикоз | Гематурия | Более 27 токсигенных соединений. |

*Заболевания, представляющие опасность для человека

Обычно обнаруживаемые субклинические уровни микотоксинов оказывают заметное влияние на экономическую эффективность животноводства. Явные клинические симптомы микотоксикозов проявляются при потреблении кормов с высоким уровнем загрязнения.

Следовательно микотоксины воздействуют почти на все органы в организме. Микотоксины затрагивают печень, почки, ротовую полость, желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), селезенку, мозг и нервную систему. В большинстве случаев печень – целевой орган микотоксинов. Охратоксин главным образом воздействует на почки, в то время как трихотеценовые микотоксины повреждают ротовую полость и ЖКТ.

2.4.1. Микотоксикозы и их клинические проявления

Микотоксикозы – острые или хронические интоксикации, причиной которых являются не сами грибы, широко распространенные в кормах для животных, а их токсины. Несмотря на то, что подобные грибы не могут быть определены как патогенные в строгом смысле слова, поскольку они сами не поражают животных, многообразна патологическая роль их продуктов, оказывающих на организм токсическое, канцерогенное, тератогенное, мутагенное и другие вредные воздействия, нередко отмечают также их иммунодепрессивное воздействие. Микотоксикозам подвержены практически все виды домашних животных, птиц, рыб, а также человек.

Микотоксикозы по происхождению различают алиментарные, реже – респираторные и контагиозные [54]. Чувствительность животных к микотоксинам зависит от их биохимической структуры. Считают, что наиболее чувствительны птицы, лошади, свиньи, затем крупный и мелкий рогатый скот. Физиологическое состояние животных также сказывается на чувствительности к токсинам. Поэтому микотоксикозы чаще проявляются у молодняка, беременных животных и т. д. Уровень и полноценность кормления, условия содержания и ухода, интенсивность эксплуатации животных создают фон, при котором микотоксикозы могут усиливаться или ослабляться [55]. Патогенез микотоксикозов крайне сложен.

Многочисленность эпизоотологических, клинических данных и тяжесть микотоксикозов зависит от:

- количества токсина, попавшего в организм;
- длительности поступления токсина в организм;
- степени токсичности корма;
- биологической и химической активности токсина;
- возрастных, видовых и индивидуальных особенностей, состояния защитных сил организма и условий среды, оказывающих воздействие на весь организм и определяющих его реактивную способность.

Поэтому в различных местностях и в разные годы клиническая картина микотоксикозов разнообразна. Эпизоотологические данные микотоксикозов обычно характеризуются:

- внезапностью и массовостью проявления болезни;
- отсутствием контагиозности;
- очаговостью и зональностью болезни;
- сезонностью болезни;
- замена подозрительного корма доброкачественным прекращает новые случаи болезни.

Общие клинические данные при многих микотоксикозах следующие:

- поражение нервной системы, чаще – центральной (симптомы поражений очень вариабельны);
- поражение желудочно-кишечного тракта (от ротовой полости до прямой кишки, атонии, тимпани), печени;

– поражение сердечно-сосудистой и дыхательной систем (тахикардия, брадикардия, аритмия, поверхностное дыхание и т. д.);

– картина крови (так, при фузариотоксикозах кровь меняется задолго до проявления токсикоза, т. е. незамеченный незначительный лейкоцитоз, затем регистрируемая стойкая лейкопения с заменой нейтрофилов лимфоцитами, тромбопения);

– поражение мочеполовой системы (альбуминурия, гематурия, полиурия, аборт, бесплодие, выпадение влагалища и т. д.).

Диагноз микотоксикозов ставят на основании эпизоотологических данных, клинической и патологоанатомической картины, показателей крови при полном токсико-микологическом исследовании кормов, используемых в рационе животных.

Фузариотоксикозы

В 1 разделе указывались причины распространения и усиления вредоносности фузариев, которые постоянно присутствуют и накапливаются на растительных остатках, в почве и являются космополитами без узкой специализации, т. е. один и тот же вид может вызывать болезни большинства злаковых культур.

В настоящее время идентифицированы многие микотоксины, продуцируемые грибами из рода *Fusarium* (табл. 11).

Таблица 11. Способность грибов рода *Fusarium* к образованию основных микотоксинов [29]

| Вид | Трихотеценовые микотоксины | | | | ЗЕН | МОН | ФУМ |
|----------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | ДОН | НИВ | Т-2 | ДАС | | | |
| <i>F. graminearum</i> | ++ | + | | | ++ | | |
| <i>F. culmorum</i> | ++ | + | | | ++ | | |
| <i>F. cerealis</i> | | + | | + | + | | |
| <i>F. sporotrichioides</i> | | | ++ | + | + | | |
| <i>F. poae</i> | | ++ | + | ++ | | | |

| Вид | Трихотеценовые микотоксины | | | | ЗЕН | МОН | ФУМ |
|-----------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | ДОН | НИВ | Т-2 | ДАС | | | |
| <i>F. langsethiae</i> | | | ++ | ++ | | | |
| <i>F. avenaceum</i> | | | | | | ++ | +? |
| <i>F. tricinctum</i> | | | | | | ++ | +? |
| <i>F. acuminatum</i> | | | | | | + | |
| <i>F. sambucinum s. st.</i> | | | + | ++ | | | |
| <i>F. equiseti</i> | | +? | +? | ++ | ++ | | + |
| <i>F. verticillioides</i> | | | | | | | ++ |
| <i>F. proliferatum</i> | | | | | | + | ++ |
| <i>F. subglutinans</i> | | | | | + | ++ | |
| <i>F. semitectum</i> | | | +? | +? | + | + | |
| <i>F. oxysporum</i> | | | | | | ++ | + |
| <i>F. redolens</i> | | | | | | | + |
| <i>F. solani</i> | | | | | | + | |
| <i>F. heterosporum</i> | | | | | +? | | |

Обозначения: ДОН – дезоксиниваленол; НИВ – ниваленол; Т-2 – Т-2 токсин; ДАС – диацетоксисцирпенол; ЗЕН – зеараленон; МОН – монолиформин; ФУМ – фумонизины; + – низкая; ++ – высокая; +? – несогласованность информации.

Видоспецифичный характер токсинообразования дает возможность с высокой вероятностью прогнозировать наличие того или иного микотоксина в зависимости от видового состава патогенов в определенной агроклиматической зоне возделывания зерновых культур.

Микотоксины фузариев различаются по химическому строению и токсичности по отношению к теплокровным.

Трихотеценовые микотоксины составляют наиболее обширную группу токсичных метаболитов, продуцируемых грибами из рода *Fusarium*. По химическому строению они подразделяются на группы А и В. Наиболее распространенные трихотецены: дезоксиниваленол, ниваленол, Т-2 токсин, диацетоксисцирпенол.

Свое название трихотецены получили по названию первого вещества, выделенного в чистом виде из культуры гриба *Trichothecium roseum* – трихотецина.

Трихотеценовые микотоксины часто образуются в районах с умеренным климатом, где преобладает высокая влажность и прохладная температура. Для нашей страны они, пожалуй, представляют наибольшую опасность по сравнению с другими известными микотоксинами, продуцируемыми грибами из родов *Aspergillus* и *Penicillium*.

Наибольшее распространение получила классификация фузариотоксикозов, основанная на названии микотоксина, т. к. она наиболее правильно раскрывает природу микотоксикозов. Причиной микотоксикозов является не гриб, а микотоксин, продуцируемый им в определенных условиях [51].

С использованием в науке хроматографических и других физико-химических методов исследования, позволивших идентифицировать отдельные микотоксины, выделить их в чистом виде, фузариотоксикозы стали различать и по видам микотоксинов. По мнению А. Ф. Кузнецова (2001), эта классификация наиболее полно раскрывает природу микотоксикозов, позволяет считать причиной болезни микотоксин, а не гриб, образовавший его. Очень часто мицелий токсигенного гриба, не содержащий микотоксин, безвреден для животных [55]. Исследователи отмечают, что грибы рода *Fusarium* продуцируют около 148–190 токсических соединений [46, 51]. Среди фузариотоксикозов различают микотоксикозы, вызванные:

1) микотоксинами, обладающими резко выраженным дерматонекротическим действием (Т-2 токсин, диацетоксицирпенол и др.). Все они легко выявляются пробой на коже кролика. Эти микотоксикозы часто заканчиваются летальным исходом;

2) зеараленоном (он же Ф-2 или F-2 токсин), не обладающим дерматонекротическим действием, не улавливающимся пробой на коже кролика, не вызывающим летального исхода;

3) vomитоксинами (ДОН), вызывающими рвоту и отказ от корма. Эти микотоксины обладают умеренным дерматонекротическим действием;

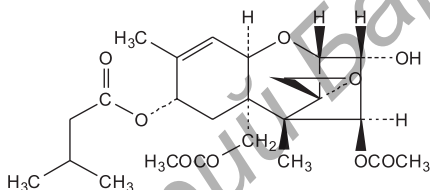
4) фумонизинами, вызывающими повреждения печени, легких, пищевода, дегенерацию тканей мозга.

К фузариотоксикозам восприимчивы сельскохозяйственные животные всех видов.

T-2 токсикозы

Наиболее распространенными продуцентами T-2 токсина являются *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae* и *F. poae*.

Химическая структура:



По химической структуре микотоксины данной группы относятся к сесквитерпенам. Они содержат основное ядро из трех колец, называемое трихотеканом. Определяющим для биологической активности трихотеченов является наличие эпоксидного кольца в 12–13 положении и двойной связи в 9–10 положении. Причем, если восстановление двойной связи в 9–10 положении приводит лишь к незначительному уменьшению токсичности, размыкание эпоксидного кольца сопровождается полной потерей биологической активности. Тем не менее, эпоксид очень стабилен и для его разрушения необходимы жесткие воздействия. T-2 токсин – белое кристаллическое вещество, с молекулярной массой 466 атомных единиц масс (далее – а. е. м.), не имеет максимумов поглощения в ультрафиолетовом спектре при длине волны 210 нм, не обладает флуоресценцией. T-2 токсин хорошо растворим в бензоле, ацетоне, этилацетате, спиртах, метилхлориде, ди-

этилхлориде практически нерастворим в воде и гексане. Температура инактивации Т-2 токсина плюс 151–152 °С.

Этот токсин является одним из наиболее токсичных представителей группы трихотеценовых микотоксинов, действие которых характеризуется поражением кроветворных и иммунокомпетентных органов, развитием геморрагического синдрома, лейкопенией, анемией, поражением функций желудочно-кишечного тракта. Т-2 токсин обладает высокой острой токсичностью (LD_{50} для различных видов млекопитающих от 3 до 10 мг/кг массы тела).

Опасность, которую трихотеценовые микотоксины могут представлять для здоровья человека, связана с повсеместной распространенностью грибов-продуцентов, преимущественно поражающих зерно и зернопродукты, и их высокой токсичностью. Г. П. Кононенко с соавторами (2000) сообщает, что в настоящее время для скрининг-обнаружения Т-2 токсина разработан эффективный метод на основе твердофазного конкурентного ИФА [49].

Токсикологическое значение. Т-2 токсин относится к **1 классу опасности**. К микотоксину Т-2 чувствительны КРС, свиньи, овцы и птица. Экспериментально токсикоз воспроизведен на большинстве лабораторных животных. На крысах установлено эмбриотоксическое действие яда, летальная доза для овец составляет 0,008 г/кг массы.

Наиболее чувствительными из птицы к трихотеценоам типа А оказались утята. Так, у 7-дневных утят, получавших Т-2 токсин в дозах 0,25–1,0 мг/кг, симптомы поражения полости рта появлялись уже через 16 ч, что позволило авторам рекомендовать утят в качестве биологической модели для обнаружения трихотеценов [184].

Токсикодинамика. Токсин Т-2 обладает кумулятивными свойствами и сильным местнораздражающим действием, вызывает развитие воспалительных процессов. После всасывания избирательно действует на органы иммунной системы (тимус, костный мозг, лимфатические узлы), нарушает течение различных иммунологических процессов. Кроме того микотоксин поражает ЦНС и сердечно-сосудистую систему.

Клинические признаки. При остром и подостром отравлении у свиней отмечают угнетенное состояние, обильную саливацию, иногда рвоту, изъязвление слизистой оболочки ротовой полости, языка, губ и носа. Может развиваться отек в области головы, глотки, шеи. В крови уменьшается количество лейкоцитов, понижается бактерицидная и лизоцимная активность, снижается уровень общего белка.

У коров выражено общее угнетение, потеря аппетита, атония рубца, понос, учащение сердечного ритма, отеки в области головы, некрозы на слизистой рта и носовом зеркальце. В крови – нейтрофильный лейкоцитоз, затем лейкопения.

Хроническое течение токсикоза характеризуется снижением продуктивности животных, язвенными стоматитами, отставанием в росте и развитии, снижением иммунологической резистентности, повышением чувствительности к различным заболеваниям.

Патологоанатомические изменения. При вскрытии трупов свиней наблюдают язвенно-некротический стоматит (эзофагит), катарально-геморрагический язвенный гастрит, катаральный энтерит, серозный лимфаденит брыжеечных узлов, геморрагический диатез под легочной и катаральной плеврой, эпи- и эндокардом, застойную гиперемию печени, зернистую и жировую дистрофию почек. При хроническом течении – дерматиты.

У овец патологоанатомическая картина характеризуется геморрагическим диатезом в подкожной клетчатке, на серозных и слизистых оболочках, в миокарде и печени – микронекрозы, катарально-геморрагический гастроэнтерит.

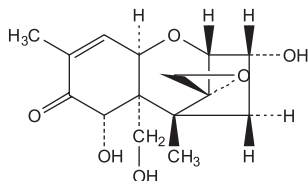
Диагностика. При постановке диагноза учитывают анамнез, клинические симптомы, патологоанатомические изменения и результаты микотоксикологических исследований. Диагноз устанавливают по результатам микотоксикологического анализа кормов, используемых для кормления животных.

Вомитоксикозы

Вомитоксин (син. ДОН – дезоксиниваленол) в значительных количествах продуцируется двумя вредоносными видами – *F. graminearum* и *F. culmorum*, поражающими зерновые

культуры в процессе вегетации [51, 54, 90]. В Канаде в 1985 г., был обнаружен ДОН в количестве от 0,5 до 64 мг/кг в 80% заготовленных кормов [138]. В отдельные годы, к примеру, в 2009 г., эпифитотия фузариоза колоса распространилась на значительные площади в Беларуси. Как показали результаты микологического анализа, значительная доля выделенных с колоса изолятов принадлежала *F. graminearum*.

Химическая структура:



Дезоксиниваленол относится к группе трихотеценовых микотоксинов и представляет бесцветное кристаллическое вещество с молекулярной массой 296 а. е. м., имеет слабо выраженный максимум поглощения ультрафиолетового света (далее – УФ-свет) при длине волны 219 нм, не обладает флуоресценцией. Температура плавления 131–135 °С. ДОН в воде не растворим, хорошо растворим в спиртах, ацетонитриле, этилацетате, нерастворим в гексане и бензоле. Обнаружение дезоксиниваленола при тонкослойной хроматографии производят по специфической флуоресценции после обработки раствором хлорида алюминия.

Токсикологическое значение. ДОН – один из наиболее часто встречающихся микотоксинов в зерне, относящийся ко **2 классу опасности**. ДОН малотоксичен для птицы. ЛД₅₀ для однодневных цыплят-бройлеров при однократном пероральном введении составляет 140 мг/кг. По этому показателю он почти в 30 раз менее токсичен для цыплят по сравнению с Т-2 токсином. Содержание токсина в кормах в концентрации 20 мг/кг не оказывало неблагоприятных воздействий на здоровье и продуктивность кур-несушек [167]. Наибольшую опасность ДОН представляет для свиней. В низких концентрациях он вызывает у них отказ от корма,

а в высоких – рвоту, снижение потребления корма и прироста живой массы [37].

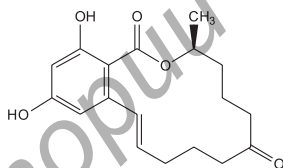
Токсикодинамика. ДОН обладает умеренным дерматонекротическим действием, что позволяло раньше использовать кожную пробу на кроликах для выявления его в кормах в опасных концентрациях.

Зеараленонтоксикозы

Зеараленон (син. **F-2-токсин**) обладает выраженным эстрогенным действием на большинство видов сельскохозяйственных животных, а также на приматов, вызывая нарушения функций воспроизводства [51, 54, 90].

Высокой способностью к продукции токсина обладают *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*.

Химическая структура:



Зеараленон – бесцветное кристаллическое вещество, плохо растворим в воде и гексане, хорошо растворим в низших спиртах, ацетонитриле, ацетоне, бензоле, с молекулярной массой 318 а. е. м. и максимумами поглощения в УФ-спектре (в этаноле) при 236 нм, 274 нм и 316 нм. Зеараленон обладает сине-голубой флуоресценцией низкой интенсивности при возбуждении длинноволновым (360 нм) УФ-светом, которая повышается при возбуждении коротковолновым УФ-светом (254 нм). Интенсивность флуоресценции усиливается после обработки зеараленона раствором хлористого алюминия в этиловом спирте. Более высокая чувствительность обнаружения зеараленона при ТСХ достигается при использовании реакции азосочетания с растворами стабильных диазониевых солей: прочной синей В-соли или проч-

ной фиолетовой В-соли, в результате которой образуются интенсивно окрашенные продукты.

Зеараленон – один из наиболее распространенных микотоксинов, который очень часто и иногда в больших количествах обнаруживают в кукурузном зерне позднеспелых гибридных сортов, убранного на хранение недозревшим с высокой влажностью 20% и выше [51]. Минимально-токсическая доза – 1,5 мг/кг корма.

Токсикологическое значение. Наиболее чувствительны к зеараленону свинки и хрячки в возрасте 2–5 месяцев. Появлению токсикоза способствуют гипоавитаминозы и содержание животных в закрытых помещениях.

Токсикодинамика. Зеараленон обладает слабым раздражающим действием. В печени он может распадаться с образованием различных метаболитов, которые в несколько раз активнее по эстрогенному действию.

Клинические признаки. Эстрогенный синдром выражен у молодых животных. Наиболее характерным является покраснение и отечность вульвы и влагалища, иногда выпадение влагалища. У хрячков развивается орхит, отек препуция и молочных желез. У свиноматок токсикоз сопровождается абортами, рождением уродов. Могут атрофироваться яичники, изменяться эстральный цикл, снижаться плодовитость. Рожденные поросята отстают в росте и развитии.

Среди супоросных свиноматок часто регистрируют аборты, сокращение сроков повторного прихода в охоту (до 30 дней). При опоросах бывает значительное количество мертворожденных, мумифицированных и мацерированных плодов в каждом помете. Отмечены также случаи абортыв у крупного рогатого скота, овец и животных других видов при попадании в корма зеараленона в количестве, превышающем 2 мг/кг корма [58].

Патологоанатомические изменения. При вскрытии устанавливают атрофию яичников, увеличение матки и молочных желез у неполовозрелых свинок, отечность и гиперемию вульвы, иногда выпадение вульвы.

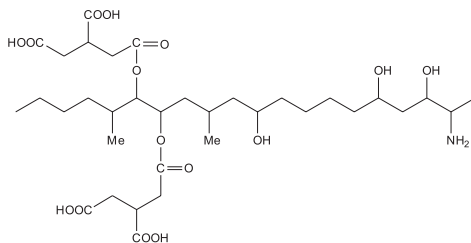
Диагностика. Учитывают данные анамнеза, клинические симптомы, патологоанатомические изменения и результаты микотоксикологических исследований. Зеараленон, как и другие микотоксины, сравнительно быстро разрушается в организме животных и его не удается обнаружить в тканях через 5 суток после однократного введения внутрь в дозах 40–50 мг/кг массы животного. При убое животного в период развития клинических признаков половые органы утилизируют. Разработан иммунохимический метод определения зеараленона на основе твердофазного конкурентного ИФА [51].

Лейкоэнцефаломалация

Данный вид токсикоза вызывается фумонизидами. Фумонизины – группа микотоксинов, продуцируемых преимущественно *F. subglutinans* и *F. proliferatum*, поражающим, в основном, кукурузу [113, 121, 125, 129, 134, 157, 158]. Фумонизины были впервые выделены двумя независимыми группами исследователей в Южной Африке и Новой Каледонии в 1988 г. [113, 129]. Заражение кукурузы *F. moniliforme* было причиной повышения частоты возникновения рака пищевода у людей в Южной Африке и в некоторых провинциях Китая, а также вспышек лейкоэнцефаломалации у лошадей, отека легких и гидроторакса у свиней по всему миру [113, 129, 134, 157, 158, 160]. На ранней стадии исследования из *F. moniliforme* были выделены монилиформин и фузарины, на более поздней – микотоксины, обладающие канцерогенным действием – многоатомные аминспирты, этерифицированные двумя группами трикарбоновых кислот, названные фумонизины [51].

Было идентифицировано 6 фумонизинов: V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , A_1 и A_2 , обладающих канцерогенным действием. Из них только V -производные природного происхождения. Фумонизины A_1 и A_2 представляют собой N -ацил производные фумонизинов группы V , предположительно, образующиеся на стадиях выделения и очистки.

Химическая структура:



Наиболее часто встречается фумонизин B_1 . Количество фумонизинов B_2 и B_3 обычно составляет около 15–25% от фумонизина B_1 .

Большая часть кукурузы, используемой в пищевых целях и для производства кормов, контаминирована фумонизинами в обнаруживаемых уровнях, причем наиболее высокие уровни токсинов находят в поврежденных зернах и кукурузном зерне, используемых в кормовых целях. Высокая температура и засуха могут быть факторами, повышающими степень инфицирования кукурузы грибами рода *Fusarium* и их токсинами [51].

Токсикологическое значение. Фумонизины обладают умеренной токсичностью. Так, три из четырех молодых самцов крыс погибали после перорального приема фумонизина B_1 в количестве 237 мг/кг массы тела. Ежедневное его поступление с кормом на уровне 50 мг/кг массы тела в день приводило к возникновению рака печени у крыс в течение 4 недель [131]. Показано, что фумонизин B_1 в дозе 35–125 мг/кг вызывает лейкоэнцефаломалицию лошадей со смертельным исходом. Однако повреждения печени могут возникать и при значительно более низких концентрациях токсина (менее 20 мг/кг).

При очень высоких уровнях токсина в рационах поросят возникают тяжелые заболевания печени и гибель на 7–8 день, а при содержании 16 мг/г в рационе через 3–5 дней у поросят отмечали обширный отек легких, повреждение поджелудочной железы и печени [49, 136].

Токсикодинамика. Фумонизины структурно сходны со сфингозином – основной сфинголипидов. В связи с этим они

являются специфическими ингибиторами биосинтеза сфинголипидов. Фумонизины ингибируют включение серина в сфингозин и уменьшают его концентрацию, следовательно, вызывая накопление его предшественника сфинганина до токсичных уровней и уменьшая превращение сфингозина в керамид. Высокая концентрация сфинголипидов как компонентов клеточных мембран, особенно в мозге и нервной ткани, объясняет обширную дегенерацию тканей мозга, вызываемую фумонизинами при энцефаломалации лошадей. Сфинголипиды также вовлечены в межклеточные взаимодействия, в рост клеток, дифференциацию и трансформацию, и они ингибируют протеинкиназу С.

Клинические признаки. Апатия и уменьшение потребления корма могут быть начальными признаками болезни, которые сопровождаются быстрыми различными неврологическими синдромами, включая атаксию, лицевой паралич, ненормальное движение головы, движение животного по кругу, одностороннюю слепоту, заметное оцепенение и повышенную возбудимость. Поскольку неврологическая дисфункция прогрессирует, могут наблюдаться хромота и лежачее положение.

Патологоанатомические изменения. Повреждения, вызываемые лейкоэнцефаломалацией, хорошо определяемы как влажный некроз в обоих мозговых полушариях. В зависимости от тяжести токсикоза степень разрушения ткани различна: от маленьких микроскопических повреждений до расширенных, неправильной формы некротических пустот, где белое вещество мозга практически распалось. Отек, минерализация, точечные кровоизлияния, слабый или умеренный фиброз, периваскулярная мононуклеарная инфильтрация могут наблюдаться в зоне вокруг размягченной области. Атрофия печени может приводить к ее отторжению или изменению цвета. Может иметь место желтуха и точечные кровоизлияния во внутренних органах. При очень высоких уровнях фумонизинов возникают тяжелые заболевания печени и гибель поросят с 7 на 8 день, обширный отек легких, повреждения поджелудочной железы и печени.

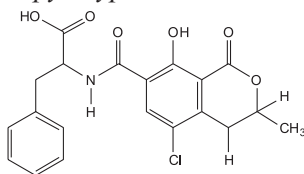
Диагностика. Учитывают данные анамнеза, клинические симптомы, патологоанатомические изменения и результаты микотоксикологических исследований. В настоящее время для скрининг-обнаружения фумонизинов разработан эффективный метод на основе твердофазного конкурентного ИФА [49].

Охратоксикозы

Охратоксины получили свое название от гриба-продуцента *Aspergillus ochraceus*, из продуктов жизнедеятельности которого они впервые были выделены Скоттом в 1965 г. Основные продуценты охратоксина – грибы *Aspergillus ochraceus* и *Penicillium veridicatum*. *Aspergillus ochraceus* продуцирует помимо охратоксинов А, В, С, D, афлатоксин, патулин и пеницилловую кислоту; *Penicillium viridicatum* – вырабатывает охратоксины А, В, С, D, виридикатин, цитринин, афлатоксин, пеницилловую и микофеноловую кислоты.

В странах с теплым климатом корма наиболее часто контаминированы охратоксином, продуцируемым грибом *Aspergillus ochraceus*, в странах с умеренным климатом – *Penicillium veridicatum*. Оптимальными условиями для токсинообразования являются влажность субстрата – 18,5–22% и температура субстрата +28 °С – для *Aspergillus ochraceus*, +20 °С – для *Penicillium veridicatum*. Большинство токсигенных штаммов *Aspergillus ochraceus* кроме охратоксинов продуцируют пеницилловую кислоту, *Penicillium veridicatum* – цитринин [51, 54, 90]. В естественных условиях охратоксин А может быть загрязнителем зерновых – кукурузы, пшеницы, овса, ржи, ячменя, кофе, а также пшеничной муки, хлеба и, соответственно, хлебобулочных изделий. Исследования, проведенные в США и ряде стран Европы и Азии, показали, что уровни загрязнения составляют от 5 до 68900 мкг/кг.

Химическая структура:



Охратоксин А – белое кристаллическое вещество, растворим в метаноле, хлороформе, ацетонитриле, водном растворе гидрокарбоната натрия, малорастворим в воде. Он обладает сине-зеленой флуоресценцией (максимум эмиссии 475 нм) в длинноволновом УФ-свете, цвет флуоресценции изменяется на синий после обработки охратоксина раствором карбоната натрия с усилением интенсивности. В УФ-спектре охратоксина А имеется 2 максимума поглощения при длинах волн 214 и 332 нм.

В России охратоксикоз довольно широко распространен [29]. Впервые болезнь животных, возникающая при скармливании кормов, содержащих охратоксины, зарегистрирована в 1969 г. Основной целевой орган для токсического действия охратоксина – почки. Поэтому в Дании, где этот микотоксикоз был впервые зарегистрирован у свиней, он получил название «*Микотоксическая нефропатия свиней*». На молекулярном уровне токсин ингибирует синтез нуклеиновых кислот и белка. В отдельных случаях печень увеличена, светлая, с гемorragиями, значительно уменьшена прочность костей, в брюшной полости часто обнаруживают скопление жидкости, слизистая желудка и тонкого кишечника катарально воспалена. При гистологическом исследовании отмечают некроз клеток проксимальных канальцев почек, разрастание соединительной ткани в корковом слое почек, в гепатоцитах отмечают скопления гликогена и патологические митохондрии кольцевой формы [125].

Токсикологическое значение. Наиболее чувствительны к охратоксинам свиньи, собаки и птица. Экспериментально охратоксикоз воспроизведен у крупного рогатого скота, свиней, птиц, собак и лабораторных животных. В естественных условиях заражение происходит при поедании кормов, пораженных токсигенными грибами. Токсичность охратоксина снижает содержание протеина и витамина С в кормах. В опытах на грызунах отмечали высокую лечебную эффективность при парентеральном введении фенилаланина [142]. Однако на птице эффективность фенилаланина не подтвердилось.

Охратоксин А относится к высокотоксичным соединениям. ЛД₅₀ токсина для 3-дневных утят 0,5 мг/кг, суточных цып-

лят – 2–4 мг/кг, суточных индеек – 4,6 мг/кг. Охратоксин А обладает выраженным нефротоксическим и тератогенным действием, ЛД₅₀ составляет для крыс 21,4 мг/кг массы тела, для коров – 13 мг/кг массы тела; высокой чувствительностью к токсическому действию охратоксина отличаются собаки (ЛД₅₀ – 3,0 мг/кг) и морские свинки (ЛД₅₀ – 8,1 мг/кг).

Охратоксин С – этиловый эфир и метиловый эфир охратоксина А обладают примерно одинаковой токсичностью и менее токсичен, чем охратоксин А. ЛД₅₀ охратоксина С при пероральном введении 7-дневным цыплятам – 5,1 мг/кг. Наиболее низкой токсичностью обладает токсин В. Его токсичность в 10 раз ниже, чем охратоксина С. ЛД₅₀ суточных цыплят – 54 мг/кг [125].

Токсикодинамика. Охратоксины обладают местным раздражающим действием на слизистые оболочки и приводят к развитию воспалительных реакций. После всасывания они оказывают сильное нефротоксическое и несколько более слабое гепатотоксическое действие. Кроме того они обладают тератогенным действием. Высокая нефротоксичность приводит к некрозу проксимальных канальцев почки. Имеются сведения, что охратоксины обладают иммунодепрессивным действием.

Клинические признаки. Чаще токсикоз протекает хронически. Характеризуется снижением аппетита, потерей прироста массы тела. Кроме того отмечается угнетенное состояние, полиурия. У свиноматок наступают аборт, высокая смертность эмбрионов, рождение нежизнеспособного молодняка. В крови больных животных увеличивается количество общего белка, мочевины, а также повышается активность щелочной фосфатазы.

У птиц при охратоксикозе отмечают замедление роста, снижение прироста живой массы, яйценокости и уменьшение размера яиц. Кроме того диагностируют энтерит и острый нефрит. У цыплят наблюдают угнетение, взъерошенность перьев, анемию, лейкоцитоз, обусловленный увеличением количества лимфоцитов при одновременном снижении уровня базофилов, нейтрофилов и моноцитов [131].

Патологоанатомические изменения. При вскрытии трупов свиней отмечают катаральный гастроэнтерит, катарально-геморрагический нефрит, жировую и зернистую дистрофию печени. У птиц – жировую дистрофию печени, кровоизлияния, уменьшение фабрициевой бursы. При гистоисследовании устанавливают некроз проксимальных канальцев почек, десквамацию эпителиальных клеток, рост соединительной ткани в корковом слое.

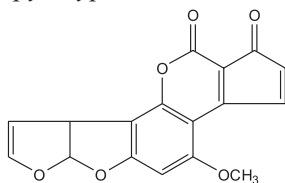
Диагностика. Диагноз ставится с учетом анамнеза, клинических симптомов, патологоанатомических изменений и микотоксикологических исследований. Разработаны методы контроля охратоксина в кормах и животноводческой продукции на основе ТСХ и ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием [91]. Для скрининг – определения охратоксина предложен иммунохимический метод на основе твердофазного ИФА [22].

Аспергиллотоксикоз (афлатоксикоз)

Аспергиллы – грибы-космополиты, занимающие доминирующее положение среди почвенной и ризосферной микробиоты. Они встречаются в качестве эпифитов или паразитов на различных субстратах: вегетирующих растениях, зернофураже, грубых кормах, продуктах питания, овощах и фруктах. Споры аспергиллов обнаружены в водоемах, воздухе, стенах помещений и др. объектах окружающей среды.

Основными грибами-продуцентами афлатоксинов являются токсигенные штаммы грибов *Aspergillus flavus* и *A. parasiticus*. От названия гриба *A. flavus* произошло и название этой группы микотоксинов. В 1960 г. в Великобритании пало более 100 тысяч индеек в результате попадания в корма афлатоксина В₁ с мукой из бразильского арахиса.

Химическая структура:



Болезнь была названа «болезнь X индеек». Наиболее распространенными возбудителями болезни наряду с *Aspergillus flavus* и *A. parasiticus* являются *A. niger*, *A. fumigatus*. Вскрытие птицы показало острый некроз печени и генерализованную пролиферацию желчных протоков [108]. В течение короткого времени вспышки болезни с подобными клиническими признаками были зарегистрированы на утках, фазанах, телятах, поросятах, овцах и цыплятах. Во всех случаях в кормах присутствовал бразильский арахис [79]. Sargeant et al. (1963) после разделения продуктов метаболизма гриба-продуцента *A. flavus* методом ТСХ идентифицировали два афлатоксина, названные B_1 и G_1 , по голубому (англ. blue) и зеленому (green) свечению в УФ-свете [121]. Известно около 20 различных видов токсигенных грибов из этого рода [28, 31, 66].

A. niger продуцирует два микотоксина: афлатоксин и охалатес. Колонии *Aspergillus fumigatus* беловатые, хрящеватые, концентрические, в виде дисков, расположенные на серозной оболочке воздухоносного мешка птицы (рис. 8). Часть их покрыта черно-зеленоватыми дерновинками спороношения гриба, а также обнаруживают множественные, беловатые, пуговчато-округлые, концентрические колонии гриба.

В настоящее время идентифицировано 18 различных афлатоксинов, однако только 4 из них выявляют в естественных условиях: B_1 , B_2 , G_1 и G_2 . Другие афлатоксины M_1 , M_2 , P_1 , Q_1 , афлатоксикол и др. встречаются в качестве продуктов метаболизма у микроорганизмов и животных. Причем у лактирующих животных, получающих с кормами афлатоксины B_1 и B_2 , в молоке обнаруживаются их метаболиты афлатоксины M_1 и M_2 . Более 80% всей суммы афлатоксинов приходится на афлатоксин B_1 , который является наиболее токсичным из них. Афлатоксины наиболее широко распространены в тропических странах с влажным климатом таких, как Индия, Бразилия, Таиланд, Филиппины и др. Наиболее часто афлатоксины обнаруживаются в кукурузе, сое, сорго, арахисе и продуктах их переработки.



Рисунок 8. Колонии *Aspergillus fumigatus* на серозной оболочке воздухоносного мешка птицы (по А. Х. Саркисову)

Афлатоксин В₁ относится к одному из наиболее опасных и высокотоксичных микотоксинов. Он обладает резко выраженным гепатотоксическим, мутагенным, канцерогенным и эмбриотоксическим действием. Микотоксин обладает выраженными кумулятивными свойствами. В зависимости от чувствительности к афлатоксину В₁ животных можно условно разделить на две группы:

1. Очень чувствительные (ЛД₅₀ равна или меньше 1 мг/кг): кролики – 0,3, утята – 0,34, кошки – 0,55, свиньи – 0,62, радужная форель – 0,81, собаки – 1 мг/кг массы тела.

2. Чувствительные (LD_{50} составляет 1–10 мг/кг): морские свинки – 1,4, овцы – 2, обезьяны (павианы) – 2,2, цыплята в зависимости от породы – 6,5–16,5, крысята – 5,5 мг/кг, взрослые самцы крыс – 7,2 мг/кг, взрослые самки – 17,9 мг/кг, цесарки (птенцы) – 3,9 мг/кг, мыши – 9 мг/кг, хомячки – 10,2 мг/кг.

В странах Европейского Союза установлены следующие максимально допустимые уровни (МДУ): в кормах для молочного скота коров 5 мкг/кг, в комбикормах для молодняка – 10,0 мкг/кг, в комбикормах для взрослых свиней и птицы – 20,0 мкг/кг, в комбикормах для крупного и мелкого рогатого скота – 50,0 мкг/кг [28, 31, 66].

При импорте в Россию фуража установлены следующие МДУ: в кукурузе и сое – 25 мкг/кг, в арахисовом шроте – 50 мкг/кг.

В ВетСанПиН (ветеринарно-санитарные правила и нормы) предусмотрены следующие МДУ афлатоксина В₁: 25 мкг/кг – в фуражной кукурузе, 50 мкг/кг – в фуражном зерне, отрубях, жмыхах, шротах, комбикормах для птицы, свиней, пушных зверей, дойных коров и телят до 4 месяцев, овец, лошадей, 10 мкг/кг – в комбикормах для молодняка птицы, поросят, супоросных и подсосных свиноматок, молодняка и взрослых пушных зверей в период беременности и лактации, 5 мкг/кг – в комбикормах для форели и 100 мкг/кг – концентратах для крупного рогатого скота.

Токсикологическое значение. Токсикозу подвержены все виды животных. Летальной дозой афлатоксинов является 0,001–0,002 г/кг живой массы. Усугубляют течение аспергиллотоксикозов авитаминозы и дефицит белка в рационе. Основной причиной отравления животных является поедание кормов, пораженных токсинами патогенных грибов. Токсическое действие афлатоксинов в кормах усиливают недостаток протеина. При одновременном присутствии в кормах отмечен токсический синергизм между афлатоксином и ократоксином, афлатоксином и Т-2 токсином [102, 104, 115]. Использование синтетических и природных антиоксидантов:

селена, бутилгидрокситолуола, серосодержащих аминокислот уменьшало токсическое действие афлатоксинов [90, 109].

Токсикодинамика. Афлатоксины обладают местным раздражающим действием, они вызывают воспалительные реакции различной степени на **слизистых оболочках желудочно-кишечного тракта**. После всасывания нарушают синтез нуклеиновых кислот и белка, повышают активность щелочной фосфатазы, в результате чего развивается жировая и зернистая дистрофия. Кроме того афлатоксины обладают канцерогенным, тератогенным и мутагенным действием.

Клинические признаки. У свиней болезнь протекает остро, подостро и хронически.

Острый аспергиллотоксикоз характеризуется кратковременным возбуждением, повышением рефлекторной возбудимостью, нарушением координации движений, мышечной дрожью, судорожным состоянием. Отмечаются нарушения пищеварения (поносы), тахикардия, возможны парезы.

При подостром течении отмечают слабое общее угнетение, нарушение пищеварения (снижение аппетита, обильная саливация, сильные поносы), угнетение дыхания и сердечной деятельности.

При хроническом токсикозе характерно отставание в росте и развитии поросят, снижение прироста массы, нарушение пищеварения (поносы, запоры). У свиноматок могут быть аборт, рождение мертвых плодов и др.

У крупного рогатого скота отравление характеризуется общим угнетением, слабостью, шаткой походкой, желтушностью слизистых оболочек, снижением аппетита, нарушением пищеварения (у телят поносы), саливацией, носовыми истечениями, болезненным кашлем. У коров возможны аборты. Пульс и дыхание учащены.

У лошадей отмечается угнетение, мышечная дрожь, учащение пульса и дыхания, нарушение пищеварения – отказ от корма, усиление перистальтики, колики, понос (фекальные массы покрыты слизью с примесью крови). Види-

мые слизистые оболочки гиперемированы, часто с желтушным оттенком. Температура тела повышена.

У овец отравление характеризуется общим угнетением, пониженным аппетитом, саливацией, гипотонией и атонией преджелудков с последующей тимпанией рубца. Отмечаются также усиленное мочеотделение, мышечная дрожь, судороги.

У птиц клинические симптомы проявляются в зависимости от возраста. При остром течении молодняк птицы может погибать очень быстро без клинического проявления. Если птица болеет длительное время, у молодняка отмечают угнетенное состояние, малоподвижность, нарушение координации движений, взъерошенность оперения, отсутствие аппетита, иногда диарею. Выражен цианоз гребня и сережек.

Патологоанатомические изменения. При остром течении токсокоза у свиней на вскрытии отмечают: катарально-геморрагический с некротическими очагами гастроэнтерит, серозный лимфаденит брыжеечных узлов, геморрагический диатез, жировую дистрофию печени, венозную гиперемию и отек легких. При хроническом течении характерно истощение и желтушность трупов.

У абортированных плодов овец отмечают некротические узелки на коже, отечность подкожной клетчатки, кровоизлияния на слизистых оболочках желудочно-кишечного тракта, жировую дистрофию печени, желтуху.

Диагностика. Диагноз ставят на основании данных анамнеза, клинической картины, патологоанатомических изменений и микотоксикологических исследований. Разработан иммунохимический метод определения афлатоксинов на основе твердофазного ИФА.

Аспергиллез – зооантропонозное заболевание, общее для человека, животных и птицы, распространено повсеместно. В птицеводстве наносит большие экономические ущербы. Смертность птицы составляет до 90% [71]. Причина заболевания – зараженные корма, снижение иммунитета, использование антибиотиков и нарушение санитарных условий содержания.

Стахиботриотоксикоз

Тяжело протекающая алиментарная болезнь животных, возникающая при скармливании кормов, пораженных токсичным грибом *Stachybotrys alternans*. В естественных условиях он обнаруживается на влажных растительных кормах, богатых целлюлозой, и в почве. Оптимальная температура для роста и развития гриба – от +20 до 27 °С, влажность от 45 до 50%. В естественных условиях гриб поражает солому, сено, мякину, семена бобовых, кукурузы, хранящихся при повышенной влажности. Пораженные корма чернеют, как бы покрываются сажистым налетом. В неблагоприятных по стахиботриотоксикозу зонах микромицет можно обнаружить на соломе, зерне, силосе, а также на старых стоках, соломенных крышах домов, сухой растительности, стерне.

В процессе роста гриб *Stachybotrys alternans* образует и накапливает токсин – стахиботриотоксин, который и служит причиной алиментарного микотоксикоза. Впервые болезнь была установлена у лошадей в Украине в 1930–1931 гг. Советские исследователи Я. А. Фиалков и С. Б. Серебряная (1949) из культур гриба *S. alternans* выделили токсичное вещество, назвав его стахиботриотоксин А. *S. alternans* продуцирует сатратоксин D и реридин E. В чистом виде это порошки, не растворимые в воде, устойчивые к действию высоких температур (+120 °С в течение 2-х часов токсичности не снижает), света, УФО, минеральных и органических кислот. Микотоксины чувствительны к действию щелочей.

Токсикологическое значение. К стахиботриотоксикозу восприимчивы лошади, крупный и мелкий рогатый скот, буйволы, свиньи, собаки, куры, лабораторные животные и человек. Экспериментально стахиботриотоксикоз воспроизведен у лошадей, КРС, овец, свиней, собак и лабораторных животных. В естественных условиях животные заражаются при поедании пораженных грибами кормов (грубых и концентрированных), использовании пораженной подстилки. Болезнь возникает при стойловом содержании животных зимой

и ранней весной. Поросята-сосуны заражаются при сосании больных свиноматок. Летальность составляет от 70 до 90%.

Токсикодинамика. Стахиботриотоксин – группа токсинов стероидной природы, образуемых *S. alternans* в результате биологического окисления грибом стероинов. Микотоксины стахиботриотоксина обладают местным и общим действием.

Биологический эффект токсинов гриба *S. alternans* состоит в тахикардии, сужении кровеносных сосудов, гемолизе; снижении щелочности крови, содержания фосфора и тромбоцитов. Местное (раздражающее и прижигающее) действие стахиботриотоксина проявляется воспалительно-некротическим поражением губ, слизистой оболочки рта, желудка и кишечника. Резорбтивное действие токсина характеризуется глубокими поражениями нервной системы, резкими изменениями картины крови и развитием множественных некрозов. При длительном поступлении микотоксинов в организм снижается общая резистентность, подавляется иммунологическая резистентность, может развиваться неспецифическая микрофлора, результатом чего может быть возникновение вторичных заболеваний (сепсис и т. д.). Кроме того микотоксины угнетают ЦНС, нарушают обменные процессы в организме.

Клинические признаки. У лошадей различают острое (атипичная форма) и подострое (типичная форма) течение стахиботриотоксикоза. Симптомы отравления могут проявляться через 1–3 дня после поедания пораженного грибом корма. Общими клиническими признаками токсикоза являются расстройство деятельности нервной системы, развитие некробиотического процесса, геморрагического диатеза, сердечной недостаточности.

Атипичная форма болезни возникает через 5–24 ч после поедания лошадьми большого количества токсичного корма. Температура тела повышается до 41–42 °С. Животное угнетено, координация движений нарушена. Наблюдают тетанические судороги, ослабление зрения, потерю кожной чувствительности. Пульс прощупывается с трудом, число ударов достигает 80–100 в минуту. Появляются признаки отека легких

(хрипы, одышка). На слизистых оболочках ротовой и носовой полостей, влагалища, глаз возникают кровоизлияния, а в отдельных случаях даже носовое, кишечное или влагалищное кровотечение. Больные лошади, за исключением редких случаев, погибают в конце первых суток проявления клинических признаков. При остром течении свертываемость крови нарушена, наблюдают нейтрофильный лейкоцитоз.

Для типичной формы стахиботриотоксикоза лошадей характерны три стадии: при первой (длительностью от 6 до 15 суток) отмечают местные поражения в области головы. Через 24–72 часа после поедания пораженного корма у лошадей развиваются поверхностный дерматит и шелушение кожи в области губ и уголков рта, наблюдается отечность нижней и верхней челюстей, крыльев носа, щек, в ротовой полости скапливается тягучая слизь. На 4-е сутки на губах образуются поверхностные корочки и трещины. При глубоких поражениях развивается сильный отек нижней части морды и, в дальнейшем, наблюдается выделение экссудата, развивается некроз. Омертвевшие участки кожи отслаиваются. После заживления на месте бывших очагов поражения образуется рубцовая ткань. Слизистые оболочки носовой полости и глаз гиперемированы, влажные, веки опухшие, появляется сильное слезотечение.

При своевременном выделении и лечении больных животных, а также удалении пораженного корма прогрессирование болезни приостанавливается и животное выздоравливает.

Вторая стадия продолжается 15–20 суток и является результатом более длительного скармливания пораженного корма. Развивается тяжелый общий токсикоз, характеризующийся изменениями морфологического состава крови. Нейтрофильный лейкоцитоз постепенно сменяется стойкой лейкопенией. Число лейкоцитов уменьшается до 1000–3000 в 1 мкл $[(1-3)10^9/л]$ крови. Постепенно уменьшается процент нейтрофилов и увеличивается относительное количество лимфоцитов. В 5–6 раз уменьшается число тромбоцитов, понижается ретракция кровяного сгустка. В этот период у жи-

вотных часто наблюдают геморрагический диатез, нарушение работы желудочно-кишечного тракта, повышение температуры тела, болезненность подчелюстных и околушных лимфатических узлов и глотки. Очаги некроза на губах и слизистой оболочке ротовой полости увеличиваются.

В начале третьей стадии температура тела у больных животных повышается до $+40-41,5$ °С, ухудшается аппетит. В ротовой полости, на губах появляются новые обширные очаги некроза. Выдыхаемый воздух имеет гнилостный запах, наблюдается сильное слюнотечение.

Пульс слабый, учащенный (от 65 до 120 ударов в минуту), нередко аритмичный, а перед смертью нитевидный. Число лейкоцитов снижается до 100–500 в 1 мкл $[(0,1-0,5)10^9/\text{л}]$ крови, резко выражен относительный лимфоцитоз (от 80 до 100%), эозинофилы и моноциты исчезают, СОЭ увеличена, аппетит отсутствует, животные погибают с признаками асфиксии.

У крупного рогатого скота вначале отмечают обильное слюноотделение, сопровождающееся серозно-геморрагическим истечением из ноздрей. Температура тела на 2–3 сутки болезни достигает $40-42$ °С. Затем развиваются стойкие нарушения функций органов пищеварения, усиливается перистальтика, появляется профузная диарея с примесью крови. Больные животные больше лежат, стонут. С развитием болезни у коров полностью прекращается лактация.

У некоторых животных на губах обнаруживают небольшие некротизированные очаги, на месте которых в последующем образуются эрозии с неровными краями. Во второй период стельности некоторые коровы abortируют. Нарушения в крови сходны с таковыми у лошадей. При неблагоприятном исходе в конце болезни у всех животных понижается ретракция кровяного сгустка. Острое течение стахиботриотоксикоза у коров заканчивается гибелью на 2–4-е сутки, а при более затяжном течении животные погибают вследствие развития сепсиса через 10–13 суток. При своевременном исключении из рациона пораженного грибами корма

и отсутствии температурной реакции животные выздоравливают в течение 3–10 суток.

У овец клинические симптомы болезни в основном такие же, как у крупного рогатого скота. Наблюдают признаки поражения центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта, кроветворных органов, а также некробиотические процессы.

У свиней наиболее типичные изменения выявляют на пяточке (шелушение, слущивание эпидермиса). В поперечной бороздке пяточка обнаруживают некротические очаги с трещинами. Животные угнетены. За ушами, в области живота и ануса выявляют множественные кровоизлияния, язвы, наблюдается поражение сосков.

Патологоанатомические изменения. При вскрытии трупов в большинстве случаев выявляют геморрагический диатез, язвы на слизистой оболочке пищеварительного тракта – язвенно-некротический стоматит, эзофагит, гастроэнтероколит, геморрагический диатез, серозно-геморрагический лимфаденит заглоточных, подчелюстных и брыжеечных лимфоузлов, зернистую дистрофию печени, почек, миокарда, очаговые некрозы в печени, острую венозную гиперемию и отек легких, отек мозга. Гистологически – дистрофию нейронов.

Диагностика. Диагноз на стахиботриотоксикоз ставят на основании анализа эпизоотологических данных (пораженные корма, массовое проявление болезни, сезонность, отсутствие заболеваний у молодняка, высокая летальность и др.), результатов клинического и гематологического исследований, патологоанатомического вскрытия, микологического исследования кормов.

Дендродохиотоксикозы

Дендродохиотоксикоз – это остро протекающий алиментарный микотоксикоз сельскохозяйственных животных с летальным исходом, возникающий при поедании соломы, зерна, гуменных отходов, пораженных грибом *Dendrodochium toxicum*.

Впервые род *Dendrodochium* описал Бонорден в 1851 г. В 1937–1940 гг. Коллективом исследователей (В. И. Билай, Н. М. Подоличко, Ф. М. Пономаренко, В. И. Борисович) была установлена болезнь лошадей, вызванная грибом *D. toxicum*. В последующие годы выяснено, что она может возникнуть у свиней, овец (Н. А. Спесивцева, В. П. Королева, 1956; И. А. Курманов, 1960) и кур.

Возбудитель – гриб *D. toxicum*, сапрофит, развивается на кормах, содержащих клетчатку, наиболее часто поражает солому, полосу, мякину, обнаружен на сене из суданской травы и различных сорняках, встречается на растительных остатках в почве, на льняном и хлопковом сырье, грубых кормах. Гриб обитает главным образом на пшеничной мякине, пшеничной, ячменной, овсяной и ржаной соломе. Мицелий гриба развивается внутри стебля, в связи с этим солома на вид вполне удовлетворительна. Оптимальные условия для активного накопления токсина – +25 °С, влажность – 50%.

Токсикологическое значение. При поражении естественных субстратов, богатых клетчаткой, а также росте на искусственных питательных средах гриб образует и накапливает в них токсичные метаболиты – дендродохины, которые и служат причиной отравления человека и животных. Дендродохины состоят из трех фракций и обладают выраженным фунгицидным действием. Токсины устойчивы к химическим веществам и высокой температуре.

К дендродохиотоксикозу восприимчивы лошади, овцы, собаки, кошки, куры, кролики, лабораторные животные. Чувствительность сельскохозяйственных животных к токсинам гриба в естественных условиях не изучена. Описано только заболевание лошадей в период стойлового содержания в результате скармливания им соломы и половы, пораженных данным грибом.

Токсикодинамика. Гриб *D. toxicum*, содержащийся в овсе, хлопке, суданской траве, конопле, горохе и гороховой соломе, вызывает тяжело протекающий токсикоз, нередко с молниеносной гибелью животных без предшествующих

заметных признаков. Токсины гриба являются цитотоксическими ядами, оказывают антигрибное и антимикробное действие, угнетают или стимулируют сердечную деятельность, расширяют сосуды и снижают кровяное давление.

Клинические признаки. В связи с внезапной гибелью животных, которая наступает в течение 12–24 ч после скармливания им пораженного корма, молниеносное течение дендродохиотоксикоза зарегистрировано без проявления клинических симптомов.

При проявлении болезни у лошадей наблюдаются угнетение сердечной деятельности, учащение (70–75 ударов в минуту) и малое наполнение пульса, аритмия, общая слабость и колики. Изменения в крови характеризуются нейтрофильным лейкоцитозом, замедленной СОЭ и увеличением их числа до 10,8 млн/мкл ($10,8 \times 10^{12}/л$) крови. Содержание гемоглобина в крови увеличивается. Нарушается работа желудочно-кишечного тракта. Гибель может наступить через 16–24 ч после скармливания токсичного корма или культуры гриба.

При *подостром* течении отравления наблюдают отечность губ, стоматит с некротическими явлениями, на языке серый налет, обильное слюнотечение.

У овец болезнь проявляется отсутствием аппетита и жвачки.

У свиней характерные изменения отмечают на пяточке – он малоподвижен, отечен, покрыт трещинами и небольшими язвами.

У кур клинические признаки проявляются на 4–5-е сутки. Птицы угнетены, малоподвижны, аппетит отсутствует, перья взъерошены, гребень и сережки цианотичные, СОЭ замедлена, содержание гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов увеличено, в лейкоцитарной формуле отмечается нейтрофилия со сдвигом ядра влево. Куры погибают в стадии глубокого коматозного состояния.

Патологоанатомические изменения. У свиней при экспериментальном микотоксикозе с острым течением на вскрытии отмечают фибринозно-геморрагическое воспаление пищеварительного тракта, кровенаполнение паренхиматозных

органов, кровоизлияния под капсулой селезенки. При хроническом течении наблюдают язвенно-некротические процессы на пяточке, коже губ и слизистой оболочке ротовой полости, фибринозно-геморрагическое воспаление желудочно-кишечного тракта, дегенеративные изменения в паренхиматозных органах.

У лошадей резко выражены трупное окоченение, цианоз слизистых оболочек, в носовой полости скопление кровянистой жидкости, в клетчатке грудных мышц очаговые инфильтраты. Находят массовые точечные кровоизлияния под плеврой, в легочной ткани, трахее, на эпикарде, застойную гиперемия и кровоизлияния в головном мозге.

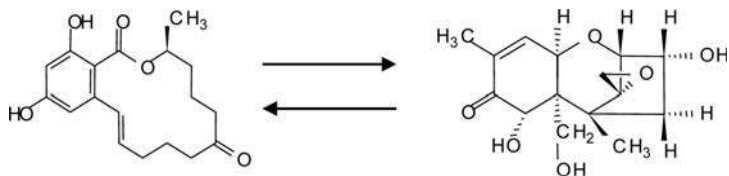
Для овец характерны геморрагический диатез, серозно-геморрагический гастроэнтерит, отек легких и дегенеративные изменения в паренхиматозных органах.

Диагностика. Диагноз ставят на основании эпизоотологических данных, результатов клинического и патологоанатомического исследований и микотоксикологического анализа кормов.

2.4.2. Общие проблемы, связанные с микотоксинами

Микотоксины в комбинации могут оказывать более негативный эффект на здоровье и продуктивность животных, чем по отдельности. Взаимодействия микотоксинов могут быть синергичными, аддитивными или антагонистическими. Взаимодействия между ДОН и Т-2 токсином, ДОН и фузариевой кислотой, афлатоксином и охратоксином А, афлатоксином и Т-2 токсином являются примером синергичного (т. е. совместного) взаимодействия микотоксинов.

Синергисты – вещества, действующие таким образом, что активность их в смеси превышает сумму активности компонентов. Один из них может не обладать активностью, но он усиливает действие других. Так, сама фузариевая кислота не токсична для животных даже при очень высоких концентрациях, но ее комбинация с ДОН является высокотоксичной [102, 103, 104, 107, 115, 122].



Аддитивное действие двух (или более) токсинов возможно за счет того, что один из них облегчает проникновение в клетку другого, и тогда эффективность действия другого токсина повышается. К аддитивному типу взаимодействия среди микотоксинов относятся взаимодействия между ДОН и охратоксином А, ДОН и афлатоксином, Т-2 токсином и фумонизином В₁, фумонизином В₁ и монилиформинном, при котором происходит усиление токсического действия одного микотоксина в присутствии другого. Как видно из таблицы 12, эффект ДОН усиливается в присутствии Т-2 токсина, афлатоксина, охратоксина А; Т-2 токсин усиливает активность ДОН в отношении таких параметров, как например, приросты; афлатоксин и Т-2 токсин оказывают синергетический эффект на смертность птицы.

Таблица 12. Токсикологическое взаимодействие среди микотоксинов (Евросеминар по микотоксинам, 2005)

| Микотоксин 1 | Микотоксин 2 | Тип взаимодействия | Проверенные животные |
|--------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Т-2 токсин | Афлатоксин | Синергический | Бройлеры, куры-несушки, свиньи, КРС |
| Т-2 токсин | Афлатоксин В ₁ | Синергический | Овцы |
| Т-2 токсин | Охратоксин А | Аддитивный/ Синергический | Бройлеры, свиньи |
| Т-2 токсин | Зеараленон | Синергический | Свиньи, овцы |
| Т-2 токсин | Фузаренон Х | Синергический | Свиньи |
| Т-2 токсин | Фумонизин В ₁ | Аддитивный | Индюшата |
| ДОН | Т-2 токсин | Синергический | Бройлеры |
| ДОН | Афлатоксин | Аддитивный | Бройлеры |
| ДОН | Охратоксин А | Аддитивный | Бройлеры, свиньи |

| Микотоксин 1 | Микотоксин 2 | Тип взаимодействия | Проверенные животные |
|--------------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|
| ДОН | Фузаровая кислота | Синергический | Бройлеры, поросята |
| ДОН | Зеараленон | Синергический | Свиньи |
| Афлатоксин | Зеараленон | Синергический | Свиньи |
| Афлатоксин | Охратоксин А | Синергический | Бройлеры |
| Охратоксин | Цитринин | Синергический | Свиньи |
| Охратоксин | Зеараленон | Аддитивный/ Синергический | Свиньи |
| Фумонизин В ₁ | Монилиформин | Аддитивный | Бройлеры |

В последнее время внимание специалистов все больше привлекают связанные (конъюгированные) формы большинства микотоксинов. Частота встречаемости связанных форм фумонизина превышает показатели свободных форм в образцах кукурузы и кукурузосодержащих кормов. И хотя до сих пор до конца не ясно, являются ли конъюгированные формы микотоксинов такими же опасными, как свободные. Было доказано, что связанные формы могут быть гидролизваны в пищеварительном тракте. И. Шабаев считает, что до тех пор, пока у всех не будет лучшего понимания токсичности, природы и распространенности конъюгированных форм микотоксинов, невозможно доверять результатам даже самых современных методов анализа [97].

Результат воздействия микотоксинов на животных называется *ответом*. Этот ответ на микотоксин может быть субклиническим, т. е. без всяких видимых изменений у животных. В другом случае ответ может проявляться в виде клинических изменений, причем эти изменения легко обнаружить, и они столь характерны, что позволяют легко поставить точный диагноз. Следует также заметить, что ответ, субклинический он или клинический, связан со снижением продуктивности или ухудшением состояния здоровья животных, подвергшихся интоксикации.

Проявление и масштаб ответа на интоксикацию микотоксинами может быть связан с тремя главными моментами. Интенсивность ответа может определяться дозой микотоксина. Так как микотоксины обычно попадают в организм животных с кормом, их дозы напрямую связаны с:

- концентрацией микотоксина в корме;
- суточным потреблением корма;
- размерами животного.

Если все эти факторы известны, то легко рассчитать точную дозу потребления микотоксина, которую обычно выражают в единицах массы потребленного токсина на единицу массы животного за единицу времени (например, мг токсина/кг живой массы/сутки).

Хотя дозу можно определить довольно точно, важна также еще одна переменная величина, а именно – время, в течение которого животное получает данную ежедневную дозу микотоксина. Например, у животного, получившего определенную дозу в течение дня, будет наблюдаться значительно более слабый ответ, чем у животного, получавшего такую же дозу в течение 30 дней. Чем дольше срок приема одной и той же дозы, тем более тяжелой бывает ответная реакция.

Третий аспект, влияющий на ответ на введение в организм микотоксина с кормом, обычно называют взаимодействиями микотоксинов. Данные взаимодействия характеризуются целым рядом факторов, которые могут усиливать, ослаблять или никак не влиять на ответ животного на определенную дозу в течение определенного времени. Например, группа животных, получавших корм с определенной концентрацией микотоксина в течение определенного времени, может ответить на это совершенно по-другому, чем группа тех же животных, получавших ту же дозу за то же время, но содержавшихся при других технологических и/или климатических условиях, или при отличии по каким-то другим факторам.

Известно, что в эти специфические взаимодействия, влияющие на ответ на введение микотоксина, входят:

- возраст и пол животного;
- его статус питания во время потребления микотоксина;
- генетический статус;
- экстремальные условия окружающей среды;
- присутствие в рационе нескольких микотоксинов;
- состояние здоровья, включая наличие инфекционных болезней.

Более эффективной защите от микотоксинов препятствует целый ряд других факторов. А. В. Иванов и др. (2008, 2009) выделили следующие основные моменты, способствующие распространению микотоксикозов [20, 21].

1. Недостаточная информированность и игнорирование проблемы микотоксикозов специалистами и руководителями хозяйств.

2. Загрязнение зерна и другой сельскохозяйственной продукции возможно на всех этапах производства, хранения, переработки и транспортировки, оно не ограничено территорией и временем года. Наиболее благоприятными условиями для роста грибов и образования микотоксинов являются: влажность зерна выше 15–20% и окружающего воздуха 85–95% (относительная влажность); температура субстрата (зерна или другого корма) и окружающего воздуха в пределах от +4 до +30 °С [69].

3. Большинство микотоксинов обладают высокой устойчивостью к воздействию физико-химических факторов и не разрушаются при длительной термообработке.

4. Сложность диагностирования.

Общие показатели заражения микотоксинами:

- на одной ферме поражены несколько животных;
- при наблюдении за животными не обнаруживаются признаки передачи болезни;
- лечение антибиотиками имеет малый или не имеет эффекта на заболевание;
- вспышки заболевания сезонные и связаны со специфическими кормовыми составами;
- наличие признаков грибной активности в корме.

Диагноз на микотоксикозы ставят на основании изучения условий кормления и содержания животных, микологических и токсикологических исследований кормов, а также с учетом клинического проявления интоксикации. Усложняет диагностику неспецифичность клинических признаков микотоксикозов. Ежегодно смешанные микотоксикозы наблюдаются на многих птицефабриках и в свиноводческих хозяйствах, трудно диагностируются, сложно проводить их профилактику, а больных животных трудно лечить.

Общими особенностями возникновения, течения и симптомов спонтанных микотоксикозов, при общей сходности их с другими кормовыми отравлениями и инфекционными болезнями, является внезапная массовая гибель животных, чаще без клинических проявлений болезни. В других случаях болезнь проявляется резким угнетением, отказом от корма, профузным поносом, часто с примесью крови в кале, шаткой походкой, залеживанием с подогнутыми передними конечностями. Температура тела, как правило, в норме. У отдельных животных отмечается кашель, рвота, выпадение прямой кишки. При подостром и хроническом течении характерными признаками болезни являются стоматит, отек губ, глотки, головы, а также одышка, судороги, парез тазовых конечностей, потеря массы тела, выраженная иммуносупрессия с осложнением инфекционными болезнями.

5. Усугубляет тяжесть интоксикации несбалансированность рационов по белку, минеральным добавкам, наличие в кормах тяжелых металлов, пестицидов.

6. Сложность идентификации микотоксинов. Разработаны высокоточные методы, основанные на хроматографии (ТСХ, ГЖХ, ВЭЖХ), двухмерной масс-спектрометрии (МС) и биоавтографии, однако они достаточно трудоемки, продолжительны во времени и требуют специальной квалификации, поэтому все большее признание получает метод ИФА. Важную роль играет правильность отбора и подготовки пробы. Этот фактор сложен для контроля, поскольку размеры партии корма могут быть значительны, а состав

разнороден. Для снижения ошибки необходим отбор максимального количества образцов из большего количества участков, а также разработка экспресс-скрининг-тестов на основе моноклональных антител, микрочипов и др.

7. Условность безопасных доз. Выявление микотоксинов в количествах, не превышающих МДУ, не гарантирует безопасности кормов, поскольку микотоксины обладают способностью взаимного усиления и функциональной кумуляцией [70].

8. Вид токсина. Из многочисленных известных (свыше 400) микотоксинов, хорошо изучено несколько десятков, а лабораторный мониторинг ведется только по наиболее распространенным и опасным микотоксинам.

В нашей стране контролируют 6 наиболее распространенных в недоброкачественных кормах микотоксинов – ДОН, Т-2 токсин, зеараленон, фумонизины, афлатоксин В₁, охратоксин А. В России по степени распространения наибольшее значение имеют фузариотоксины – Т-2 токсин, ДОН, зеараленон, фумонизины В₁ и В₂. Кроме того, регламентируются афлатоксин В₁, афлатоксин М₁, охратоксин А, патулин [63].

9. Нет единой стратегии для нейтрализации микотоксинов.

10. Отсутствие специфических средств для профилактики и лечения микотоксикозов. Предотвратить микотоксикозы на ферме специалистам хозяйств трудно.

На основании всего вышесказанного, оценке на безвредность и пригодность к скармливанию должны подвергаться все используемые животными корма. Для обеспечения высокого качества зерна, комбикормов и других видов кормов, во многом определяющих эффективность животноводства, необходима организация систематического контроля микотоксинов.

3

ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ КОНТАМИНАЦИИ КОРМОВ

Внешний вид корма не всегда может служить критерием его безопасности, и необходим мониторинг содержания вредных соединений, в том числе микотоксинов. Последние могут оставаться в корме в течение длительного времени после гибели образовавшего их гриба. Использование адсорбентов – лишь частичное решение данной проблемы.

Для решения спорных вопросов по качеству кормов между потребителями и изготовителями должны использоваться гостированные методы (арбитражные анализы). В лабораториях исследование кормов осуществляют по обычной схеме контроля: определение токсичности кормов → микологический и бактериологический анализ → химико-токсикологический анализ.

В практике, как правило, токсичность кормов обнаруживается с большим опозданием, когда налицо имеются явные признаки отравления: снижение потребления или полный отказ от корма, интенсивности роста молодняка и яйценоскости у взрослой птицы, повышение отхода животных и птицы, особенно у молодняка первого периода выращивания. Этим видимым признакам их отравления предшествует скрытая от глаз форма проявления токсичности кормов, которая обнаруживается в снижении переваримости и использовании организмом питательных веществ кормов, потере приростов живой массы молодняка. При этом сила действия токсинов корма прямо пропорциональна степени пораженности и, соответственно, токсичности кормов.

Биологический метод определения токсичности культур грибов, выделенных из образцов кормов, необходимо проводить:

- если скармливание подозрительного по качеству корма вызвало заболевание или гибель подопытных животных и для установления роли выделенного из корма гриба в этиологии заболевания;
- при положительной дермонекротической пробе с воспалительной реакцией на коже кролика II, III степени.

3.1. Контроль контаминантов кормов

3.1.1. Биотесты для определения общей токсичности кормов

Определение токсичности кормов выполняется согласно нормативным документам (в соответствии с ГОСТ 13496.7-97) и распространяется на все виды фуражного зерна, продукты его переработки и комбикорма.

Токсичность кормов определяют на кролике (методом кожной пробы), инфузориях (*Tetrachymena pyriformis*, *Stylo-nychia*, *Paramecium caudatum*, *Colpoda steinii* штамм П-1), мышах (введением различными способами культур грибов).

Кожная проба на **кролике** в течение последних пяти десятилетий была единственным методом определения токсичности комбикормов, так как отсутствовали другие альтернативные методы. Сущность метода основана на способности токсинов вызывать воспалительную реакцию кожи (дермонекротическое действие). Токсины извлекаются из комбикормов путем их экстракции медицинским эфиром или ацетоном, экстракт концентрируют выпариванием, после чего наносят на выстриженный участок кожи кролика.

Токсичность исследуемых кормов определяют по степени воспалительного процесса на участке нанесения экстракта:

- *нетоксичный корм* – отсутствие воспалительной реакции и изменений на коже. Допускается наличие гиперемии,

сохраняющейся не более 2–3 суток после нанесения экстракта и не сопровождающейся шелушением кожи;

- *слаботоксичный корм* – гиперемия, сохраняющаяся 2–3 суток после нанесения экстракта, заканчивающаяся шелушением кожи, или гиперемия, болезненность и отечность, проявляющиеся незначительным утолщением кожи с последующим образованием отдельных чешуек;

- *токсичный корм* – резкая гиперемия кожи, болезненность, складчатость, отек, проявляющиеся сильным утолщением кожи, по всей поверхности участка появляются язвы, затем сплошной струп.

После получения заключения на токсичность с кормами поступают следующим образом.

Нетоксичный корм используют по назначению.

Слаботоксичный корм подлежит специальной обработке согласно правилам, утвержденным в установленном порядке, и повторному испытанию на токсичность, а также направлению на микологические и химико-токсикологические исследования.

Токсичный корм использованию не подлежит.

Однако метод не лишен следующих *недостатков*.

1. Воспалительную реакцию кожи кролика вызывают только микотоксины дермонекротического действия. Например, охратоксины, особенно опасные для птицы, не вызывают воспалительную реакцию. Бактериальные токсины также не вызывают гиперемии кожи, поэтому при их наличии в комбикорме рыбной или мясокостной муки токсичность комбикорма на кролике может быть не обнаружена.

2. Наличие кожных аллергических реакций, не связанных с токсичностью корма.

Аллергические реакции могут вызывать антиоксиданты, премиксы, входящие в состав комбикормов, и различные биодобавки.

3. Отсутствие статистически достоверных результатов. Как известно, сообщество любых живых существ, будь то кролики, мыши или инфузории, можно разделить на три

основные группы: высокочувствительные, среднечувствительные и низкочувствительные организмы. При проведении биоанализа минимальный объем выборки должен составлять не менее 8–10 организмов. Только в этом случае выборка будет включать все разночувствительные особи, и при повторном проведении биоанализа его результаты не будут отличаться от ранее полученных результатов.

4. Нарушение некоторых пунктов ГОСТ 13496.7-97, которые на практике трудновыполнимы. Так, в пункте 4.2 рекомендуется использовать кроликов массой 2–3 кг. Это молодняк, у которого более чувствительная реакция на коже (эритема), чем у взрослых кроликов. Однако на практике используют взрослых особей, что занижает токсичность исследуемых проб. Повторное использование кролика для постановки кожной пробы допускается лишь при отрицательных результатах предыдущих исследований. На практике из-за нехватки кроликов выбраковку часто не проводят, что также занижает результаты анализов.

5. Оценка токсичности исследуемых проб не привязана к показателям по возрастным группам животных. Комбикорм, определенный как слаботоксичный по кожной пробе кролика может вызвать массовый отход молодняка (поросят, цыплят) и абортывание свиноматок. Естественно, для этих групп выращивания данный комбикорм токсичен, что и должно быть отражено в ГОСТ.

6. Длительность биоанализа в течение 5–7 суток не позволяет оперативно выдавать информацию по токсичности пробы.

7. Большинство микотоксинов обладают кумулятивными свойствами, т. е. способны накапливаться в организме животных при скармливании недоброкачественных кормов. Если корм является малотоксичным, то воспалительный процесс на участке нанесения экстракта проявляется через 2–3 суток в легкой форме (слабая гиперемия, возможно шелушение кожи), однако к моменту окончательного учета реакции, т. е. через 5–7 суток кожная воспалительная реакция может не проявиться. У животных, которым скармливают слаботок-

сичный корм, постепенно в организме накапливаются микотоксины и через некоторое время наступает резкий падеж, особенно часто наблюдается кумулятивный эффект микотоксинов у цыплят-бройлеров в 25–30-дневном возрасте.

8. Для постановки дермонекротической пробы необходимы затраты не только времени, но и материальные затраты – оборудованный виварий, кролики, правильное содержание и кормление животных.

Несмотря на указанные недостатки, метод определения токсичности фуражного зерна, продуктов его переработки и комбикормов по кожной пробе на кроликах все еще используется в токсико-биологических исследованиях.

Метод определения токсичности на *белых мышах* широко применяется в токсико-биологических исследованиях, он основан на извлечении токсических веществ из кормовых продуктов ацетоном с дальнейшим концентрированием при выпаривании и добавлении растительного масла, затем введением экстракта корма в желудок белых мышей иглой с тупым наконечником. При наличии в кормах токсинов происходит геморрагическое воспаление желудочно-кишечного тракта, нередко кровоизлияния в паренхиматозных органах, дегенеративные процессы в почках, печени, а также гибель всех мышей.

- *нетоксичный корм* – мыши живы. При вскрытии убитых мышей патологоанатомические изменения отсутствуют.
- *слаботоксичный корм* – мыши живы. При вскрытии убитых мышей отмечают геморрагическое воспаление желудочно-кишечного тракта, чаще очаговое.
- *токсичный корм* – мыши погибли.

Несмотря на то, что методика утверждена для определения токсичности шротов, жмыхов и кормовых дрожжей, она успешно используется при определении в комбикормах.

Недостатки метода

1. Требуется осторожного исполнения, т. к. при незначительном повреждении пищевода и отсутствии навыков во время введения экстракта тупой иглой можно получить не-

адекватную токсичности реакцию в опыте и даже отход в контроле при введении растительного масла.

2. Большой расход реактива: на один анализ уходит 300 мл ацетона.

3. Относительно большая длительность анализа, т. к. подготовка пробы занимает 1 день и проведение биоанализа – 3 дня.

4. Для постановки пробы на мышах необходимы значительные материальные затраты – оборудованный виварий, белые мыши, правильное содержание животных и их кормление.

Для *экспресс-методов* биотестирования используют чувствительные тест-организмы, не имеющие сложных защитных буферных систем, как у теплокровных животных или рыб. Такими организмами являются **одноклеточные инфузории**, которые содержат ряд ферментов (например, ацетилхолинэстеразу), присутствующих также в клетках многоклеточных, в том числе и теплокровных животных. При биотестировании на инфузориях существуют два принципиально различных методических подхода в подготовке пробы. Первый реализован в методике определения токсичности кормов на инфузориях *парамециях*. Он заключается в приготовлении водного экстракта комбикормов. В этом случае на инфузории оказывают токсическое действие водорастворимые фракции токсинов и мелкодисперсная взвесь. Однако следует помнить, что из токсинов хорошо растворим в воде только патулин. Большинство микотоксинов так же, как и бактериальные токсины, плохо растворимы или совсем нерастворимы в воде. С помощью этой методики легко определить присутствие в комбикормах патулина. Степень токсичности продукта оценивается по времени полного обездвиживания (гибели) инфузорий от начала воздействия испытуемого экстракта.

Метод применяют для первичного установления токсичности культур как известных (*Fusarium sp.*, *Stachybotrys alternans*, *Dendrodochium toxicum*, *Aspergillus sp.* и др.), так и выделенных из кормов неидентифицированных грибов.

Метод на инфузориях парамециях получил в свое время очень широкое распространение, что связано с легкостью

культивирования инфузорий. Однако следует отметить недостатки метода и основные ошибки, допускаемые при культивировании и подготовке инфузорий парамеций к биоанализу.

Недостатки метода

Инфузории нельзя культивировать в химической лаборатории, так как адаптируясь к химическим веществам (а им присуща неспецифическая адаптация), они перестают реагировать на различные виды токсинов, присутствующих в комбикормах.

Инфузории для биоанализа необходимо брать из 3–10 суточной культуры; при культивировании инфузорий свыше двух недель происходит снижение их чувствительности вследствие адаптации к высокому уровню содержания метаболитов их жизнедеятельности в водной среде; при работе с парамециями их необходимо пересаживать на свежую среду с кормом один раз в 2 недели.

При определении токсичности на инфузориях установлено, что наличие в комбикормах бактериальных токсинов на парамециях часто не обнаруживается.

При использовании метода определения токсичности кормов на инфузориях *колподах* (извлечение из исследуемых продуктов различных фракций токсических веществ водой и последующее воздействие экстрактов на культуру инфузорий). Критерием определения токсичности служит время от начала воздействия испытуемого экстракта до гибели большинства (более 90%) колпод, факт которой констатируют на основании полного прекращения их движения и наличия распада.

В контролируемой пробе все колподы должны оставаться подвижными.

- *токсичный* – гибель колпод наступила через 10 мин от начала исследований.
- *слаботоксичный* – гибель колпод наступила в течение 3 ч.
- *нетоксичный* – через 3 ч исследований все колподы остаются подвижными.

Нетоксичный корм дальнейшему исследованию не подлежит и используется по назначению.

Сущность метода на инфузориях *стилонихиях* основана на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсичных веществ ацетоном и последующем воздействии водных растворов этих фракций на простейших. Как указывалось выше, при биотестировании на инфузориях существуют два принципиально различных методических подхода в подготовке пробы.

Метод основан на количественном определении ответных реакций *стилонихий* на действие различных фракций токсических веществ (бактериальной, грибковой и химической природы), извлекаемых ацетоном из исследуемого продукта, совместно с действием мелкодисперсной взвеси продукта, находящейся в его водно-ацетоновом растворе. Этим он отличается от ранее рассмотренных методик определения токсичности кормов на инфузориях *парамециях*. Степень токсичности исследуемого продукта определяют по выживаемости инфузорий через 1 ч экспозиции в вытяжке исследуемого продукта (табл. 13).

Таблица 13. Оценка степени токсичности исследуемых кормов

| Степень токсичности исследуемого продукта | Выживаемость инфузорий, в % от посадки через 1 час опыта | |
|---|--|---|
| | комбикорма для свиней | комбикорма для других видов сельскохозяйственных животных, птицы и рыб; фуражное зерно и продукты его переработки |
| Нетоксичный | 90–100 | 81–100 |
| Слаботоксичный | 50–89 | 50–80 |
| Токсичный | 0–49 | 0–49 |

Методика позволяет определить токсичность кормовой муки, сырья и комбикормов за 1,5–2 ч, включая время подготовки водных растворов, ацетоновых экстрактов.

Недостатки метода

1. В качестве питательной среды для инфузорий *стилонихий* необходимо использовать среду Лозина-Лозинского, которую готовят на дистиллированной воде с добавлением пептона и глюкозы (дрожжевой экстракт исключают),

что экономически не оправдано. Состав этой среды указан в ГОСТ 13496.7-97.

2. Результаты биоанализа на инфузориях во многом зависят от состояния культуры, которое определяется не только показателями температуры и фазой роста культуры, но и солевым составом питательной (культуральной) среды. Использование биотестирования инфузорий, культивированных не на стандартной среде Лозина-Лозинского, а на артезианской воде, очень часто приводит к занижению результатов токсического действия. Особенно это существенно для комбикормов, используемых в птицеводстве.

3. При подготовке пробы, которая осуществляется в течение 30 мин, происходит 80-кратное разбавление экстрагированных ацетоном токсинов. Это приводит к тому, что в некоторых случаях (около 5 % общего числа токсичных проб) стилонихии не регистрируют токсичность, в то время как метод на инфузориях парамециях показывает слабую токсичность. В подобных случаях токсичность обусловлена присутствием водорастворимых токсинов, в основном патулина, на который реагируют парамеции, так как в методе на парамециях используется концентрированный водный раствор.

Преимуществом метода является то, что в общем случае метод на стилонихиях более адекватно характеризует токсичность комбикормов. При наличии в продукте водонерастворимых токсинов (в основном бактериальных) метод на парамециях может не обнаруживать токсичность, а метод на стилонихиях ее регистрирует.

Сущность метода определения токсичности кормов биопробой на инфузориях *тетрахимена пириформис* аналогична методу определения токсичности на инфузориях стилонихиях. Он основан на экстракции ацетоном из испытуемой пробы токсических веществ, в основном микогенного происхождения и последующем воздействии водных растворов этих фракций на инфузорию тетрахимена пириформис. Длительность самого биоанализа – 1 ч при этом

в исследуемых пробах подсчитывают количество живых и погибших инфузорий. Степень токсичности корма определяют по количеству живых инфузорий через 30 и 60 мин от начала испытаний:

- *нетоксичный корм* – гибели и никаких морфологических изменений в инфузориях не происходит в течение 60 мин наблюдений;

- *слаботоксичный корм* – морфологические изменения и частичная (от 25 до 30%) гибель инфузорий в течение 60 мин наблюдений;

- *токсичный корм* – гибель всех инфузорий в течение 60 мин наблюдений.

Многие исследователи считают, что универсальных методов нет, в любом из них есть недостатки. Поэтому для получения объективной оценки токсичности кормовых продуктов необходим комплексный биологический анализ на инфузориях, сочетающий метод тестирования концентрированных водных экстрактов комбикормов с методом тестирования их ацетоновых экстрактов [55].

Слаботоксичный и токсичный корм, исследованный с помощью биотестов, направляют на повторные испытания основным методом (дермонекротическая проба), а также на микологические и химико-токсикологические исследования.

3.1.2. Оценка кормов по микологическим и бактериологическим показателям

В настоящее время бактериологический и микологический контроль качества кормов и комбикормового сырья стал особенно актуален, так как промышленное производство и отдельные предприятия, располагающие собственными производственными мощностями для приготовления комбикормов, требуют значительного качества по микробиологической чистоте и безопасности сырья, отвечающих потребностям конкретного предприятия в зависимости от направления сельскохозяйственного производства. Для этих

целей в Республике Беларусь создана Республиканская производственная лаборатория – ЦНИИЛ Хлебопродукты, осуществляющая постоянный контроль безопасности кормов. При УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» был создан Научно-исследовательский институт прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИПВМиБ), на базе которого действует лаборатория по проверке качества кормов. Основная их задача – комплексный анализ кормов и комбикормового сырья. Одно из важных направлений исследований является бактериологическое, микологическое и микотоксикологическое исследование кормов и готового сырья.

Для получения достоверных результатов лабораторного исследования и правильной оценки корма необходимо соблюдать правила взятия и пересылки проб в зависимости от вида корма в соответствии с ТНПА (раздел 4).

Бактериологическое исследование кормов. Бактериологическое исследование кормов проводят по рекомендациям «Лабораторные исследования в ветеринарии. Бактериальные инфекции. Правила отбора и бактериологического исследования кормов животного и растительного происхождения».

Определение общего количества микробных клеток. В стерильную пробирку помещают 1 г корма, взятого из среднего образца (взятие корма для навески одноразовое), добавляют 9 мл физиологического раствора и тщательно встряхивают (получают разведение 1:10). Из полученной взвеси готовят последующие разведения (1:100, 1:1000, 1:10000; 1:100000, 1:1000 000). После оседания взвешенных частиц из верхнего слоя жидкости делают посевы.

Комбикорм используют сельскохозяйственным животным при отрицательных результатах исследования на сальмонеллы, энтеропатогенные типы кишечной палочки и токсинообразующие анаэробы при условии его соответствия другим показателям действующих стандартов.

При обнаружении сальмонелл, энтеропатогенных типов кишечной палочки, энтерококков, пастерелл и бактерий ро-

да протеус корм запрещается использовать животным без дополнительной обработки.

Вторичную стерилизацию проводят в соответствии с технологическими режимами производства этих кормов или же этот корм подвергается проварке при температуре не ниже +100 °С в течение 1 ч и дальнейшей обработке согласно установленному технологическому режиму приготовления кормов к скармливанию.

При установлении в кормах анаэробных микроорганизмов и их токсинов такие корма запрещается использовать животным без дополнительной термической обработки, которую проводят при температуре +120–130 °С в течение 2 ч. После стерилизации корма подвергают бактериологическому исследованию с постановкой биопробы на наличие анаэробов и их токсинов. При получении отрицательных результатов они могут быть использованы на кормовые цели. При положительных результатах исследования эти корма уничтожают.

Корма, производство которых связано с тепловой обработкой, имеющие бактериальную обсемененность свыше 500 тыс. микробных клеток в 1 г, при отсутствии патогенных микроорганизмов подлежат повторной стерилизации согласно технологическим инструкциям или могут быть направлены для производства гранулированных кормов с термической обработкой, а также проварке.

Ускоренный санитарно-бактериологический контроль кормов в реакции коаггутинации и микроагглютинации. Ускоренный санитарно-бактериологический контроль кормов в реакции коаггутинации и микроагглютинации проводят согласно «Методическим указаниям по ускоренному санитарно-бактериологическому контролю кормов и продукции животного происхождения на наличие сальмонелл, энтеропатогенных эшерихий, иерсиний в реакции коаггутинации и микроагглютинации», утвержденных ГУВ МСХП Республики Беларусь 16.01.2007 (№ 10–1-5/37)

Ускоренный контроль санитарного качества сырья и продукции животного происхождения по показателям наличия

или отсутствия в них сальмонелл, энтеропатогенных эшерихий и иерсиний основан на реакции коаггутинации (РКОА) и микрокоаггутинации, позволяющих выявить в первичных смешанных культурах микробов О-антигены сальмонелл серологических групп А; В1 С1 С2; Д1 Е1 (наиболее частых возбудителей пищевых токсикоинфекций людей и возбудителей сальмонеллеза сельскохозяйственных животных), адгезивные антигены эшерихий (К88, К99, 987Р, Р41, А20), образуемые энтеропатогенными и энтеротоксигенными штаммами *Escherichia coli*, а также патогенными штаммами иерсиний видов *Yersinia enterocolitica* и *Yersinia pseudotuberculosis*, имеющими плазмиды патогенности.

Положительный результат РКОА и реакции микрокоаггутинации следует рассматривать как сигнальную оценку, после которой (при необходимости) выделенные культуры энтеробактерий подлежат дальнейшему изучению общепринятым бактериологическим методом с целью их родовой и видовой идентификации.

Подготовку проб материалов, подлежащих исследованию на наличие сальмонелл и энтеропатогенных эшерихий, проводят в соответствии с ГОСТ «Методы бактериологического анализа» на каждый вид сырья и продукции животного и растительного происхождения.

Микологическое исследование кормов. Корма, пораженные грибами *Stachybotrys alternans*, разрешается применять только после их обезвреживания при условии отрицательного результата в повторных исследованиях на токсичность; корма, пораженные грибами родов *Fusarium* и *Dendrodochium*, запрещается использовать в качестве корма и на подстилку. Корма, загрязненные грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* и др., скармливают крупному и мелкому рогатому скоту, кроме лактирующих и беременных животных, в количестве 25% нормы грубых кормов после обработки и просушивания. После обезвреживания скармливают без ограничений.

Как отмечает А. Ф. Кузнецов (2004), грубые нетоксические корма, пораженные грибом *Stachybotrys alternans*, скарм-

ливают только после обезвреживания. Запрещается использовать в качестве подстилки молодняку животных и птице сено и солому, пораженные грибом *Aspergillus fumigatus* [55].

Запрещается использовать комбинированные корма, если они токсичны по биопробе. Корма, токсичность которых обусловлена грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* и др., (кроме *Fusarium*), дают животным на откорме: крупному рогатому скоту и овцам в количестве 25% нормы комбикормов, свиньям, лошадям и птице – в том же количестве после обезвреживания и получения отрицательного результата при повторном исследовании на токсичность. Комбинированные корма, пораженные грибами рода *Fusarium*, используют для крупного рогатого скота на откорме после обезвреживания в количестве 25% суточной нормы.

Содержание спор гриба *Aspergillus fumigatus* не должно превышать 1000 в 1 г комбикорма для молодняка птицы: цыплят в возрасте 90 дней, бройлеров – до 56, утят – до 55, гусят – до 65, индюшат – до 60 дней. Запрещается использовать токсические концентрированные корма. Зерно и продукты его переработки, токсичность которых обусловлена грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* и др., используют крупному рогатому скоту и овцам в количестве 25% суточной нормы концентратов; свиньям, лошадям и птице – в том же количестве после обезвреживания и получения отрицательного результата при повторном исследовании на токсичность. В случае поражения грибами рода *Fusarium* концентрированные корма скармливают крупному рогатому скоту после обезвреживания в количестве 25% суточной нормы.

Зерно, хранящееся под снегом или подвергшееся самоогреванию (I–II степеней дефектности) и оказавшееся в результате исследования нетоксичным, используют в качестве корма только после просушивания. Хранению более 1 месяца такие корма не подлежат.

Для приготовления комбикорма следует использовать сырье, отвечающее требованиям действующих нормативных документов – государственных и отраслевых стандар-

тов, технических условий. *Слаботоксичные* шроты, жмыхи дают только откормочному крупному рогатому скоту в количестве не превышающем зоотехнические нормы. Шрот, выработанный из дефектных семян подсолнечника, пораженного склеротинией, может быть использован для приготовления комбикормов, в %: крупному рогатому скоту на откорме – не более 10; откормочному поголовью – не более 8; ремонтному молодняку промышленного стада яичных пород старше 60 дней – не более 6; курам-несушкам промышленного стада не более 7. Запрещается его давать свиноматкам, лактирующим и беременным коровам, молодняку сельскохозяйственных животных и птице в раннем возрасте. Шрот следует исключить из рациона за 2 недели до убоя.

3.1.3. Экспресс-методы определения микотоксинов

При токсикологическом исследовании стараются определить уровни содержания тех микотоксинов, которые принято считать наиболее значимыми по влиянию на продуктивность и здоровье животных. Обнаружение токсигенных грибов в кормах не является достаточным для утверждения, что они поражены токсинами. Может иметь место и обратная ситуация. Иногда во время болезни животных не удается выделить грибы из кормов, хотя они содержали высокие концентрации токсинов, которые могут оставаться в субстрате после исчезновения продуцента.

Для появления токсических свойств недостаточно одного лишь наличия спор грибов. Необходимо прорастание спор и развития мицелия, приводящее к возрастанию массы грибницы и накоплению токсинов. Следует особо отметить, что токсигенные грибы образуют токсины лишь при определенных условиях. При этом оптимальные параметры влажности и температуры для развития грибов (рост грибницы, спороношение) и токсинообразования часто не совпадают. Большое значение здесь имеют состав питательного субстрата, pH среды, аэрация.

Наличие микотоксина в корме, установленное физико-химическими методами, далеко не всегда подтверждается микологическим анализом. Так, например, грибы рода *Fusarium* при хранении кормов теряют жизнеспособность и вытесняются «плесенями хранения». Однако токсины, образованные ими в период вегетации растения или сразу после уборки урожая, могут сохраняться длительное время.

Гриб-продуцент микотоксинов также может быть не обнаружен в кормах, подвергшихся термической обработке, если режимы ее обеспечивали полную или частичную стерилизацию корма, но не были достаточными для обезвреживания микотоксинов.

В настоящее время существуют разные методы определения микотоксинов: высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), двухмерная масс-спектрометрия (МС), капиллярный электрофорез в сочетании с флуоресцентным и ультрафиолетовым детекторами, тонкослойная хроматография, радиоактивные (РИА) и флуорогенные (ФИА) методы. Наиболее предпочтительным является метод иммуноферментного анализа (ИФА).

А. К. Ромашко (2010) отмечает преимущества иммуноферментного анализа:

- не требуется дорогого оборудования и реактивов;
- нет необходимости в дополнительной очистке экстрактов;
- не требуется высокой квалификации специалистов;
- имеется возможность одновременного анализа десятков образцов;
- продолжительность анализа – не более 30 минут.

Специально для метода ИФА разработаны тест-системы на основные виды микотоксинов, с помощью которых проведение анализа не представляет трудности [83]. Основная причина ошибок при анализе на микотоксины – неправильный отбор проб, что может приводить к разбросу результатов до 82%. Так, из 25 т отбирают 100 проб; из которых отбирается средний образец – 25 кг, затем из 250 г пробы будет проанализирован всего 1 г [97].

Для определения афлатоксинов в кормах применяют метод твердофазной экстракции (ТФЭ), основанный на сорбционных процессах взаимодействия сорбента и извлекаемых компонентов. Это позволяет за короткое время проводить селективное, управляемое извлечение интересующих компонентов из матрицы, экономя растворители.

Развитие хроматографической техники (появление более чувствительных детекторов, новых высокоэффективных сорбентов) далеко продвинуло вопросы количественного определения микотоксинов. Так, за рубежом афлатоксин В₁ в продуктах питания и кормах определяют методом ВЭЖХ с использованием чрезвычайно чувствительных флуориметрических детекторов [40, 66].

С этой целью разработана методика, основанная на извлечении токсинов из водноацетонитрильных экстрактов кормов (фуражного зерна, комбикормов, БВМД) и количественное определение – на хроматографии. При использовании ТФЭ благодаря контролируемому селективному извлечению компонентов значительно повысилась степень выхода искомого вещества, в десятки раз сократился расход растворителей и более чем в 2 раза уменьшилось время анализа.

При количественном определении афлатоксина В₁ в подготовленном экстракте микроколоночной ВЭЖХ на отечественных хроматографах типа «Милихром» с УФ-детектированием по сравнению с тонкослойной хроматографией (ТСХ) порог обнаружения 2,5 мкг/кг, чувствительность метода выше в 2 раза.

В России в качестве арбитражного предложен высокочувствительный и специфичный метод выявления афлатоксина В₁ обратнoфазовой ВЭЖХ после его перевода в производное В₂ (под воздействием трифторуксусной кислоты) с дальнейшим детектированием на спектрофлуориметрическом детекторе. Как указывают А. А. Комаров, А. Н. Панин (2003), благодаря тому, что флуоресценция афлатоксина В₂ на порядок выше, чем В₁ чувствительность определения и надежность идентификации возросли в 5–20 раз в зависимости

от выбранной схемы очистки экстракта – порог обнаружения 0,25–1 мкг/кг [51].

В последнее время широко применяется более удобный метод иммуноферментного анализа (ИФА). Данный экспресс – метод контроля характеризуется высокой чувствительностью в определении токсинов, простотой в реализации, высокой гибкостью, эффективностью и позволяет исследовать как единичные пробы, так и десятки проб одновременно. В основе анализа лежит взаимодействие антигенов (микотоксинов), содержащихся в экстрактах исследуемых образцов, с антителами (иммунохимическими веществами) на поверхности полистироловых планшетов.

В большинстве случаев заражение грибами происходит во время уборки урожая, транспортировки и неправильного хранения ингредиентов корма или комбикорма, поэтому лабораторная диагностика микотоксинов приобретает особую актуальность в условиях специализации и концентрации сельского хозяйства. В ходе лабораторных исследований постоянно выявляют значительную пораженность микотоксинами кормов, поступающих на исследование. Учитывая, что сельскохозяйственные организации скармливают корма для животных без лабораторных исследований, то можно предположить, что в организм животных постоянно поступают метаболиты токсических грибов. В связи с этим необходимо шире внедрять санитарно-микологический контроль качества сырья, комбикормов и других видов кормов, особенно для отраслевого птицеводства и животноводства.

В Республике Беларусь определение основных микотоксинов, наиболее часто выявляемых в недоброкачественных кормах, проводят в соответствии с ТНПА.

В таблице 14 представлена действующая нормативная документация предназначенная для органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор за загрязнением кормов, продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Таблица 14. Нормативная документация по методам определения содержания микотоксинов в кормах в Республике Беларусь

| Методика выполнения измерений | Наименование организации, утвердившей методику, дата, номер |
|---|---|
| 1. ГОСТ 28001-88 Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения микотоксинов: Т-2 токсина, зеараленона (Ф-2), охратоксина А | ГУ РЦГЭиОЗ пост. Гл. гос. санит. врача № 182 21.11.2005 г |
| 2. Инструкция 4.1.10-15-61-2005 Обнаружение, идентификация и определение содержания дезоксиниваленола (вомитоксина) и зеараленона в зерне и зернопродуктах | - |
| 3. Инструкция 4.1.10-15-62-2005 Обнаружение, идентификация и определение охратоксина А в продовольственном сырье и пищевых продуктах | - |
| 4. Инструкция 4.1.10-15-63-2005 Обнаружение, идентификация и определение содержания Т-2 токсина в продовольственном сырье и пищевых продуктах | - |
| 5. МВИ содержания афлатоксина В₁ в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки, чае, орехах, специях, детском питании на зерновой основе с использованием тест-системы «Ридаскрин Фаст афлатоксин В ₁ 30/15» производства R-Biopharm (Германия) | МВИ. МН 2785-2007 РУП БелГИМ № 455/2007 от 06.11.2007 г |
| 6. МВИ содержания афлатоксина М₁ в молоке, масле, сыре и детском питании на основе сухого молока с использованием тест-системы «Ридаскрин Фаст афлатоксин М ₁ 30/15» производства R-Biopharm (Германия) | МВИ. МН 2786-2007 РУП БелГИМ № 456/2007 от 06.11.2007 г |
| 7. Методика выполнения измерения ДОН с использованием тест-системы «Ридаскрин Фаст ДОН» в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки | МВИ. МН 2477-2006 РУП БелГИМ № 393/2006 от 17. 05.2006 г |
| 8. Методика выполнения измерения зеараленона с использованием тест-системы «Ридаскрин Фаст зеараленон» в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки | МВИ. МН 2478-2006 РУП БелГИМ № 394/2006 от 17.05.2006 г |
| 9. Методика выполнения измерения Т-2 токсина с использованием тест-системы «Ридаскрин Фаст Т-2 токсин» в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки | МВИ. МН 2479-2006 РУП БелГИМ № 395/2006 от 17.05.2006 г |

| Методика выполнения измерений | Наименование организации, утвердившей методику, дата, номер |
|--|--|
| 10. Методика выполнения измерения охратоксина А с использованием тест-системы «Ридаскрин Фаст охратоксин А» в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки | МВИ. МН 2480-2006 РУП БелГИМ № 396/2006 от 17.05.2006 г |
| 11. Методика выполнения измерения количества афлатоксинов с использованием тест-системы «Ридаскрин Фаст афлатоксин SC» в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки | МВИ. МН 2559-2006 РУП БелГИМ № 420/2006 от 17.11.2006 г |
| 12. Методика выполнения измерения количества фумонизина с использованием тест-системы «Ридаскрин Фаст фумонизин» в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки | МВИ. МН 2560-2006 РУП БелГИМ № 421/2006 от 17.11.2006 г |
| 13. Методы определения патулина (зерновое сырье, комбикорма) | ГОСТ 28396-89 |

*Определение Т-2 токсина в зерне
и зернопродуктах методом ТСХ*

Сущность метода. В основе предлагаемого метода определения Т-2 токсина при тонкослойной хроматографии (далее – ТСХ) используется его свойство флуоресцировать в длинноволновом ультрафиолетовом свете (далее – УФ-свет) (365 нм) после обработки спиртовым раствором серной кислоты с последующим нагреванием при +100–105 °С. Этим методом можно обнаружить до 100 мг Т-2 токсина в пятне.

Определение Т-2 токсина в зерновых, зернобобовых культурах и продуктах их переработки с использованием тест-системы «Ридаскрин® Фаст Т-2 токсин»

Настоящая методика предназначена для определения Т-2 токсина в зерновых и зернобобовых культурах (в том числе пшеница, рожь, тритикале, солод, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза и т. п.), продуктах их переработ-

ки (в том числе мука, мучные изделия, крупы и т. п.), кормах для животных на зерновой и зернобобовой основе (шрот, жмых, отруби и т. п.) методом конкурентного иммуноферментного анализа.

Сущность метода заключается в конкурентном взаимодействии антигена (Т-2 токсина) с антителами, которое приводит к образованию комплекса антиген-антитело, последующей окраске комплекса с помощью субстрат и хромогена. Оптическая плотность полученного раствора обратно пропорциональна количеству Т-2 токсина в исследуемом образце.

Диапазон измерения содержания Т-2 токсина в зерне и продуктах его переработки: 50–400 мкг/кг. Предел обнаружения содержания Т-2 токсина в зерне и продуктах его переработки: 20 мкг/кг.

*Определение дезоксиниваленола и зеараленона
в зерне и зернопродуктах методом ТСХ*

Сущность метода. Предлагаемый метод определения дезоксиниваленола и зеараленона в одном образце зерна и зернопродуктов включает экстракцию токсинов из образца корма смесью ацето-нитрил-воды и их определение с помощью одномерной или двумерной ТСХ.

*Определение дезоксиниваленола в зерновых,
зернобобовых культурах и продуктах их переработки
с использованием тест-системы «Ридаскрин® Фаст ДОН»*

Настоящая методика предназначена для определения дезоксиниваленола (ДОН) в зерновых и зернобобовых культурах (в том числе пшеница, рожь, тритикале, солод, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза и т. п.), продуктах их переработки (в том числе мука, мучные изделия, крупы и т. п.), кормах для животных на зерновой и зернобобовой основе (шрот, жмых, отруби и т. п.) методом конкурентного иммуноферментного анализа.

Сущность метода заключается в конкурентном взаимодействии антигена (ДОН) с антителами, приводящему к образованию комплекса антиген-антитело, последующей окраски комплекса с помощью субстрата и хромогена и измерению оптической плотности полученного раствора, которая обратно пропорциональна количеству ДОН в исследуемом образце.

Определение зеараленона в зерновых, зернобобовых культурах и продуктах их переработки с использованием тест-системы «Ридаскрин® Фаст зеараленона»

Настоящая методика предназначена для определения зеараленона в зерновых и зернобобовых культурах (в том числе пшеница, рожь, тритикале, солод, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза, соя и т. п.), продуктах их переработки (в том числе мука, мучные изделия, крупы и т. п.), кормах для животных на зерновой и зернобобовой основе (шрот, жмых, отруби и т. п.) методом конкурентного иммуноферментного анализа.

Сущность метода заключается в конкурентном взаимодействии антигена (зеараленона) с антителами, приводящему к образованию комплекса антиген-антитело, последующей окраске комплекса с помощью субстрата и хромогена и измерении оптической плотности полученного раствора, которая обратно пропорциональна количеству зеараленона в исследуемом образце.

Диапазон измерения содержания зеараленона в зерне и продуктах его переработки: 50–400 мкг/кг.

При необходимости можно определять концентрации зеараленона, превышающие верхний предел измерения настоящей методики выполнения измерений. Для этого на этапе подготовки пробы настоящего документа производится дополнительная процедура разбавления пробы испытываемого продукта в необходимое количество раз согласно настоящей методике.

Диапазон измерения содержания зеараленона в зерне и продуктах его переработки: от 0,222 до 6 мг/кг. Предел

его обнаружения содержания в зерне и продуктах его переработки: менее 0,2 мг/кг.

Определение охратоксина А в продовольственном сырье и пищевых продуктах методом ТСХ

Разработаны методы контроля охратоксина в кормах и животноводческой продукции на основе ТСХ и ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием [91]. Для скрининг-определения охратоксина предложен иммунохимический метод на основе твердофазного ИФА [13].

Сущность метода. В основе предлагаемого метода определения охратоксина А лежит измерение интенсивности флуоресценции охратоксина А при исследовании методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (далее – ВЭЖХ) с флуоресцентным детектором или визуальной оценки интенсивности флуоресценции пятен охратоксина А при двумерной тонкослойной хроматографии (далее – ТСХ) после обработки пластинки раствором гидрокарбоната

Предел обнаружения метода – 1–2 мкг/кг (при ВЭЖХ) и 10–16 мкг/кг (при ТСХ), относительное стандартное отклонение 0,1 (при ВЭЖХ) и 0,3–0,4 (при ТСХ). Степень извлечения добавленного к образцу стандарта охратоксина А – 85–95 %. Продолжительность анализа – 2,5 часа.

Определение охратоксина А в зерновых, зернобобовых культурах и продуктах их переработки с использованием тест-системы «Ридаскрин® Фаст охратоксина А»

Настоящая методика предназначена для определения охратоксина А в зерновых и зернобобовых культурах (в том числе пшеница, рожь, тритикале, солод, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза и т. п.), продуктах их переработки (в том числе мука, мучные, изделия, крупы и т. п.), кормах для животных на зерновой и зернобобовой основе (шрот, жмых, отруби и т. п.) методом конкурентного иммуноферментного анализа.

Сущность метода заключается в конкурентном взаимодействии антигена (охратоксина А) с антителами, приводящему к образованию комплекса антиген-антитело, последующей окраске комплекса с помощью субстрата и хромогена и измерении оптической плотности полученного раствора, которая обратно пропорциональна количеству охратоксина А в исследуемом образце.

Диапазон измерения и характеристики погрешностей измерения: диапазон измерения содержания охратоксина А переработки: 5–40 мкг/кг; предел обнаружения содержания охратоксина А в зерне и продуктах его переработки: 5 мкг/кг; при необходимости можно определять концентрации охратоксина А, превышающие верхний предел измерения настоящей методики выполнения измерений. Для этого на этапе подготовки пробы производится дополнительная процедура разбавления пробы испытуемого продукта в необходимое количество раз.

Определение афлатоксина В₁ в зерновых, зернобобовых культурах и продуктах их переработки с использованием тест-системы «Ридаскрин® Фаст афлатоксина В₁»

Настоящая методика предназначена для определения афлатоксина В₁ в зерновых и зернобобовых культурах, продуктах их переработки, кормах для животных на зерновой основе, чае, орехах, специях, детском питании на зерновой основе методом конкурентного иммуноферментного анализа.

Сущность метода заключается в конкурентном взаимодействии антигена (афлатоксина В₁) с антителами, приводящем к образованию комплекса антиген-антитело, последующей окраске комплекса антиген-антитело с помощью субстрата и хромогена и измерении оптической плотности полученного раствора, которая обратно пропорциональна количеству афлатоксина В₁ в исследуемом образце. Содержание афлатоксина В₁ в продукции рассчитывается по измеренным значениям концентрации афлатоксина В₁ в растворе пробы.

Диапазон измерения содержания афлатоксина B_1 в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки, кормах для животных на зерновой основе: от 1,0 мкг/кг до 50,0 мкг/кг; в чае, орехах, специях, зеленом кофе: от 0,15 мкг/кг до 7,50 мкг/кг; в детском питании на зерновой основе: от 0,038 мкг/кг до 1,875 15 мкг/кг.

Предел измерения содержания афлатоксина B_1 15 мкг/кг составляет: в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки, кормах для животных на зерновой основе: 1,0 мкг/кг; в чае, орехах, специях, зеленом кофе: 0,15 мкг/кг; в детском питании на зерновой основе: 0,038 мкг/кг.

При необходимости можно определять содержание афлатоксина B_1 , превышающее верхний предел измерения настоящей методики выполнения измерений. На факт превышения указывает соответствующая индикация прибора. Для этого на этапе подготовки пробы производится дополнительная процедура разбавления пробы испытываемого образца в необходимое количество раз.

В молоке, масле, сыре, детском питании на основе сухого молока также проводят определение афлатоксина M_1 с использованием тест-системы «Ридаскрин® Фаст афлатоксин M_1 ».

Определение афлатоксинов в зерновых, зернобобовых культурах и продуктах их переработки с использованием тест-системы «Ридаскрин® Фаст афлатоксин SC»

Настоящая методика предназначена для определения содержания суммы афлатоксинов (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) в зерновых и зернобобовых культурах (в том числе пшеница, рожь, тритикале, солод, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза и т. п.), продуктах их переработки (в том числе мука, мучные изделия, крупы и т. п.), кормах для животных на зерновой и зернобобовой основе (шрот, жмых, отруби и т. п.) методом конкурентного иммуноферментного анализа.

Сущность метода заключается в конкурентном взаимодействии антигена (афлатоксинов) с антителами, приво-

дящем к образованию комплекса антиген-антитело, последующей окраске комплекса с помощью субстрата и хромогена, и измерении оптической плотности полученного раствора, которая обратно пропорциональна концентрации суммы афлатоксинов в растворе пробы. Содержание суммы афлатоксинов в продукции рассчитывается по измеренным значениям концентрации суммы афлатоксинов в растворе пробы.

Диапазон измерения содержания суммы афлатоксинов в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки: диапазон измерения содержания охратоксина А переработки от 2 до 100 мкг/кг; предел обнаружения содержания суммы афлатоксинов в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки составляет 2 мкг/кг; при необходимости можно определять содержание суммы афлатоксинов, превышающее верхний предел измерения настоящей методики выполнения измерений. Для этого на этапе подготовки пробы производится дополнительная процедура разбавления пробы испытываемого образца в необходимое количество раз.

Определение фумонизина в зерновых, зернобобовых культурах и продуктах их переработки с использованием тест-системы «Ридаскрин® Фаст фумонизин»

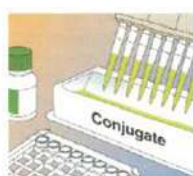
Настоящая методика предназначена для определения содержания фумонизина в зерновых и зернобобовых культурах, продуктах их переработки и кормах для животных методом конкурентного иммуноферментного анализа.

Сущность методики заключается в конкурентном взаимодействии антигена (фумонизина) с антителами, приводящем к образованию комплекса антиген-антитело, последующей окраске комплекса с помощью субстрата и хромогена и измерении оптической плотности полученного раствора, которая обратно пропорциональна концентрации фумонизина в растворе пробы. Содержание фумонизина в продукции рассчитывается по измеренным значениям концентрации фумонизина в растворе пробы.

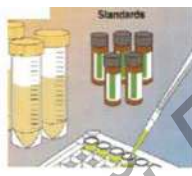
Диапазон измерения содержания фумонизина в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки: от 0,222 до 6 мг/кг.

Определение микотоксинов с помощью методов тест-системы AgraQuant

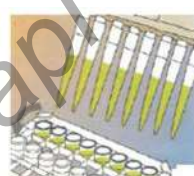
Экспертиза микотоксинов с помощью методов ROMER LABS (тест-система AgraQuant) признана во всем мире (рис. 9). Диапазон измерений и характеристики погрешностей измерения представлены в таблице 15.



1. Внести в микролуночки для предварительного смешивания реагентов 200 мкл конъюгата



2. Добавить к конъюгату 100 мкл раствора стандартов или экстрактов образца



3. Смешать пипетированием и перенести 100 мкл смеси в микролуночки с антителами, экспозиция 15 мин. (для охратоксина, ДОН, T-2 токсина экспозиция 10 мин)



4. Удалить содержимое из лунок и промыть их водой или промывочным буфером 5 раз



5. Удалить остатки влаги с помощью салфетки



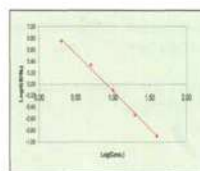
6. Добавить 100 мкл субстрата, экспозиция 5 мин



7. Добавить 100 мкл останавливающего раствора



8. Снять показания оптической плотности лунок с помощью ИФА-ридера при длине волны 450 нм



9. Построить калибровочную кривую и рассчитать содержание токсина в образцах

Рисунок 9. Схема процедуры выполнения анализа с помощью тест-систем AGRAQUANT

Таблица 15. Диапазон определяемых концентраций микотоксинов

| AgraQuant® | Диапазон определяемых концентраций | Нижний предел обнаружения |
|--|------------------------------------|---------------------------|
| Афлатоксины (B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂) | 1–20 мкг/кг | 1 мкг/кг |
| Афлатоксин M ₁ | 5–100 нг/кг | 5 нг/кг |
| Дезоксиниваленол | 0,25–5 мг/кг | 0,2 мг/кг |
| Сумма фумонизинов | 0,25–5 мг/кг | 0,2 мг/кг |
| Охратоксин | 2–40 мкг/кг | 1,9 мкг/кг |
| T-2 токсин | 75–500 мкг/кг | 35 мкг/кг |
| Зеараленон | 25–1000 мкг/кг | 10 мкг/кг |

При необходимости можно определять содержание фузонизина, превышающее верхний предел измерения настоящей методики выполнения измерений. Для этого после этапа подготовки пробы производится дополнительная процедура разбавления подготовленной пробы испытываемого образца в необходимое количество раз.

Тест-системы AgraQuant® (в соответствии с руководствами GIPSA и АОАС) предназначены для одновременного количественного анализа, как большого количества, так и единичных образцов.

На методику работы с тест-системами утвержден стандарт (СТО 97266118-001-2008) «Сырье и продукция растительного и животного происхождения. Корма. Иммуноферментный метод определения микотоксинов».

Время анализа составляет 30 мин (включая пробоподготовку); минимальное количество операций, не требуется дополнительной очистки экстракта; полученные результаты согласуются с данными ВЭЖХ, согласующиеся результаты как во внутри-, так и в межлабораторных испытаниях.

Сущность метода. Определение микотоксинов является прямым конкурентным иммуноферментным методом (ИФА). Они экстрагируются из образца дистиллированной или деионизированной водой. Экстракт образца и конъюгированный с ферментом микотоксина смешиваются и вносятся в микролуночки, содержащие антитела. Микотоксин из образца и кон-

трольного стандарта и микотоксин, связанный с ферментом, конкурируют за место связывания с антителами. После промывки лунок добавляется ферментный субстрат и происходит окрашивание его в *голубой* цвет. Интенсивность окрашивания обратно пропорциональна концентрации микотоксина в образце или стандарте. После чего добавляется остановочный раствор и цвет изменяется на *желтый*. Затем измеряется оптическая плотность микролунок с помощью микролуночного ридера при длине волны 450 нм (можно использовать еще и дополнительно дифференциальный фильтр на 630 нм). Оптическая плотность образца сравнивается с оптической плотностью стандартов, после чего определяется результат.

3.2. Пути предупреждения загрязнения кормов

Результаты исследований свидетельствуют об обострении микотоксикологической ситуации в нашей стране. Поэтому очень важно вести мониторинг естественной популяции фитопатогенов в производственных посевах. Для того, чтобы обеспечить безопасность кормов для животных, необходимо применять защиту растений, а также методы предотвращения порчи кормов, приготовленных из них.

3.2.1. Меры борьбы с болезнями растений

Новые технологии и приемы, разработанные в растениеводческой отрасли, значительно повысившие урожайность полевых культур, одновременно снизили их устойчивость к болезням. По экспертным оценкам Организации по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО) ООН, ежегодные потери от болезней и вредителей составляют 20–25% от потенциального урожая. Некоторые из них – прямые – вызваны гибелью всего растения или отдельных органов, другие – скрытые – сопровождаются получением продукции ненадлежащего качества (например, зерна, пораженного скрытой формой фузариозов с большим содержанием микотоксинов).

Целью защитных мероприятий против болезней не является полное тотальное уничтожение фитопатогенов, это

экологически небезопасно, дорого и, по большому счету, невозможно. Защита должна обеспечить ограничение развития вредных организмов **до биологических и экономических порогов вредоносности.**

Методы борьбы с болезнями можно разделить на следующие группы:

– **агротехнические** основаны на приемах, обеспечивающих неблагоприятные условия для развития фитопатогенов и повышающих иммунитет растений (в первую очередь правильный севооборот и система обработки почвы). Проблема массового развития корневых гнилей решается в основном за счет агротехнических методов. Традиционно культурами-санитарами считаются овес, рапс, зернобобовые и многолетние бобовые травы, а также подсолнечник и свекла.

Обработка почвы также может способствовать или препятствовать развитию эпифитотий. Безотвальная и особенно мелкая поверхностная обработка почвы (на глубину 10–12 см) не обеспечивает хорошей заделки инфицированных пожнивных остатков и способствует накоплению инфекционного потенциала в почве.

– **селекционные** методы направлены на создание устойчивых сортов.

Данные методы считаются наиболее перспективными, поскольку имеют высокую биологическую эффективность, экономически выгодны и оказывают минимальную нагрузку на экологию агрофитоценозов.

Ван дер Планк разделил устойчивость к болезням на вертикальную и горизонтальную (табл. 16).

Первая чаще всего связана с облигатными паразитами, которые прошли длительную совместную эволюцию с растением-хозяином и не могут развиваться вне его. Главное преимущество создания сортов с данным типом устойчивости – высокая биологическая эффективность. К сожалению, вертикальная устойчивость недолговечна, поскольку рано или поздно появляются новые расы фитопатогенов, которые несут новые гены вирулентности, преодолевая, таким образом, гены устойчивости.

Таблица 16. Различия между вертикальной и горизонтальной устойчивостью (по Van der Plank)

| Признак | Тип устойчивости | |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | вертикальная | горизонтальная |
| Взаимоотношения с паразитами | Расоспецифические | Неспецифические |
| Фенотипическое выражение | Качественное (альтернативное) | Количественное (неальтернативное) |
| Генетический контроль | Моно- или олиогенный Большие гены | Полигенный Малые гены |
| Механизмы устойчивости | Активные защитные реакции | Каталитические реакции |
| Влияние условий среды | Слабое | Сильное |
| Продолжительность устойчивости | Кратковременная | Долговременная |

Горизонтальная устойчивость контролируется полигенно большим количеством малых генов и сильно зависит от окружающей среды. Этот тип более связан с факультативными паразитами. Защитить растения селекционным путем от таких фитопатогенов крайне сложно в связи с высокой их приспособленностью к широкому кругу хозяев. В качестве примера можно привести следующие фитопатосистемы: озимые зерновые – снежная плесень, узколистный люпин – фузариозные корневые гнили, клевер – склеротинеоз.

В случае с вертикальной устойчивостью селекционная стратегия предусматривает следующие этапы: идентификацию генов; анализ генотипов источников и доноров устойчивости; объединение в одном генотипе других хозяйственно полезных признаков; негативный отбор на инфекционных фонах.

При работе на горизонтальную устойчивость необходимы длительные, многократные отборы растений на жестких инфекционных фонах, с последующим насыщением в процессе гибридизации новыми генами устойчивости.

В селекционном процессе на болезнеустойчивость используют стандартные методы – отбор и гибридизацию. С этой же целью применяют мутагенез, полиплоидию и генную инже-

нерию. В последнее время все чаще задействуют маркерную селекцию, когда для скрещивания подбираются родительские пары с заранее промаркированными молекулярными методами признаками.

– **химический** метод основан на применении химических средств защиты – фунгицидов. Фунгициды применяются как на семенах (протравители), так и по вегетирующим растениям.

В настоящее время на рынке преобладают фунгициды с действующими веществами из двух классов – триазолов и стробилуринов. Кроме того встречаются действующие вещества из классов карбоксамидов, пирролов, пиразолов, имидазолов и др.

Механизм действия **триазолов** основан на ингибировании одного фермента – C¹⁴-диметилазы, выполняющую диметилирование стероидов в биосинтезе эргостерина. Стеролы, в свою очередь, являются структурными компонентами и обеспечивают правильное развитие и функционирование клеточных стенок и мембран грибных клеток. Таким образом, триазолы, проникая в фитопатогенные грибы, вызывают нарушение их роста что в конечном счете приводит к их гибели (табл. 17).

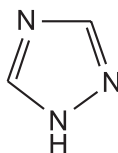
Таблица 17. Действующие вещества из классов триазолов и стробилуринов, распространенных фунгицидов на рынке Беларуси

| Действующее вещество | Механизм действия |
|----------------------|--|
| Триазолы | |
| Ипконазол | Ингибирование биосинтеза эргостерина |
| Метконазол | Ингибирование биосинтеза эргостерина, нарушение биосинтеза клеточных мембран гриба |
| Тебуконазол | Ингибитор диметилирования стероидов в биосинтезе эргостерина |
| Тритриконазол | Ингибитор C ¹⁴ -деметилазы в биосинтезе стероидов |
| Ципроконазол | Ингибитор диметилирования стероидов |
| Эпоксиконазол | Ингибитор C ¹⁴ -деметилазы в биосинтезе стероидов |

| Действующее вещество | Механизм действия |
|----------------------|---|
| Стробилурины | |
| Азоксистробин | Ингибирует митохондриальное дыхание, блокируя перенос электронов между цитохромом b и цитохромом c в месте окисления убихинона |
| Димоксистробин | Ингибирует митохондриальное дыхание, блокируя перенос электронов между цитохромом b и цитохромом c1 в месте окисления убихинона |
| Крезоксим-метил | Ингибирует митохондриальное дыхание вследствие подавления активности цитохром c редуктазы |
| Пикоксистробин | Ингибирует митохондриальное дыхание, блокируя транспорт электронов в Qo центре комплекса цитохрома b с цитохромом c |
| Флуоксистробин | Ингибитор клеточного дыхания, взаимодействует с митохондриальной дыхательной цепью в комплексе III (убихинон оксидаза, Qo-сайт) |

В тканях растений триазолы достаточно подвижны. Действующие вещества быстро проникают в лист и активно распространяются по нему. Исследования показали, что три капли меченного производного триазола, нанесенные на тройчатый лист сои, распространяются по всему листу в течение одного дня. Однако они не всегда способны перемещаться из одного листа в другой и из одной части растения в другую. Они также не способны передвигаться вниз по растению по флоэме. Большинство производных триазола имеют защитный период около 14 дней [140].

Химическая формула:



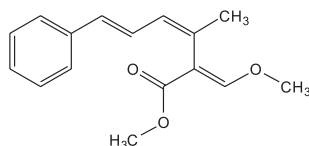
1,2,3-триазол

Триазолы не могут ингибировать прорастание спор грибов, поскольку в них уже содержится достаточное ко-

личество стеролов. Также большинство триазолов не могут предотвратить возникновение спор грибов, поэтому их надо применять профилактически на ранних стадиях развития болезней.

Механизм действия **стробилуринов** связан с ингибированием митохондриального дыхания грибов (табл. 17). Все аналоги стробилурина блокируют перенос электронов между цитохромом b и цитохромом c, чаще всего в месте окисления убихинона [32].

Химическая формула:



Стробилурин А

Стробилурины обладают трансламинарным действием – они могут передвигаться по обработанному листу, обеспечивая, таким образом, защиту от патогенов с обеих сторон листа [139]. Препараты данной группы обладают биологической эффективностью против грибов из всех классов, однако уровень этой эффективности сильно отличается в зависимости от культуры.

Поскольку и триазолы и стробилурины блокируют очень узкие этапы биосинтеза в грибных клетках возможно появление у фитопатогенов резистентности. Под резистентностью понимается появление генотипов фитопатогенов нечувствительных (или чувствительных в значительно меньшей степени) к фунгицидам.

Чтобы избежать возникновения устойчивости патогенов необходимо соблюдать следующие рекомендации [140]:

Избегать повторных обработок препаратами с действующим веществом из одного химического класса;

Если повторные обработки необходимы, следует чередовать обработки триазолами с фунгицидами других механизмов действия или использовать их баковые смеси;

Следует применять производные триазола согласно инструкции производителя – против отмеченных в инструкции болезней и в указанные фазы развития культур;

Сокращение норм расхода препаратов существенно ускоряет развитие устойчивости фитопатогенов и является **недопустимым** приемом сокращения издержек.

Стратегия фунгицидной защиты вегетирующих растений предполагает проведение обработок при достижении инфекцией пороговых значений. В случае с зерновыми культурами – это 1,5–5% развития инфекции, или появление первых симптомов на 3 листе сверху для озимых культур и на 2 – для яровых.

Система мероприятий по комплексной защите растений от почвенной, семенной и аэрогенной инфекции – важная составная часть сохранения запланированного урожая зерна.

Перечень всех зарегистрированных препаратов (пестицидов, регуляторов роста растений, феромонов), разрешенных для применения в Республике Беларусь представлен в *«Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь»* и его дополнениях (прил. 1–2).

В. А. Павлюшин подчеркивает, что особо опасные болезни выделяются тем, что борьба с ними в ходе вегетации растений невозможна или малоэффективна [73]. Кроме того, опасность фузариоза колоса, к примеру, не только и не столько в прямом снижении урожая от болезни, сколько в повышенной токсичности зерна даже в тех случаях, когда отсутствуют внешние признаки заражения. Поэтому для снижения ущерба от них требуется регулярное проведение профилактических и защитных мероприятий. Без этих мероприятий вредоносность болезней постоянно нарастает. В первую очередь, строгое соблюдение агротехники, особенно размещение полей в севообороте, препятствующее накоплению и возобновлению инфекции, обязательный токсикологический и фитопатологический контроль семенного материала. Комплексная защита от опасных болезней требует тщательного анализа фитосанитарного состояния посевов в ходе вегетации [52, 53, 73].

Оптимальные даты сбора урожая – один из основных приемов, ограничивающий риски, связанные с заболеваниями растений, в том числе кукурузы. В Беларуси сроки ее уборки на силос регламентируются до 10 октября в зависимости от погодных условий. Здесь надо иметь в виду, что в октябре отсутствуют эффективные температуры и растения не накапливают энергию, а расходуют ее, часто повреждаются заморозками. Наряду со снижением сбора энергии, возникают проблемы с уплотнением закладываемой массы кукурузы на силос и возрастанием токсичности корма, вызываемого плесневыми грибами и другими микроорганизмами, развивающимися на растениях в стадии полной спелости зерна [71]. В связи с этим правильный выбор гибридов с учетом группы спелости, подходящей для региона и планируемой даты уборки, не менее важный момент для ограничения распространения заболеваний и накопления токсинов.

Французские исследователи рекомендуют с целью профилактики фузариоза также не применять чувствительные к возбудителям гибриды и соответствующим образом подбирать агротехнику; измельчать пожнивные остатки кукурузы, проводить лущение, мульчирование и вспашку поля [52, 53].

3.2.2. Методы предотвращения порчи кормов

Основными условиями получения высококачественного консервированного корма является неукоснительное соблюдение технологических мероприятий во время заготовки, всех правил выемки и его использования, а также применение различных консервирующих препаратов, стабилизирующих процесс анаэробного брожения и снижающие опасность возникновения аэробной порчи.

Обязательными мерами для ограничения потерь в результате порчи кормов является изоляция от воздуха путем быстрой закладки, необходимой степенью измельчения растений с учетом содержания СВ, уплотнения, герметичного укрытия, предотвращения загрязнения консервируемой зе-

ленной массы почвой и др., регламентируемые в «Организационно-технологических нормативах производства продукции животноводства и заготовки кормов [72].

Среди технологических приемов, обуславливающих высокую сохранность и качество корма в процессе хранения, является прежде всего степень анаэробности.

Уплотнение и герметизация

Многолетние научные исследования позволили доказать, что только в плотно загруженной зеленой массе получаются доброкачественные корма. В достаточно уплотненной силосуемой массе молочнокислые бактерии интенсивно размножаются, в то время как развитие большинства нежелательных микроорганизмов подавляется. При рыхлой загрузке процессы идут с участием гнилостных бактерий и плесневых грибов с пониженными органолептическими показателями и большим отходом корма за счет термогенеза и порчи. Любое согревание корма в хранилище означает, что химически связанная энергия освобождается в процессе разложения питательных веществ. Чем меньше плотность укладки силоса, тем глубже воздух проникает в массу, что увеличивает потери и вероятность порчи корма. Этот показатель требует постоянного контроля путем учета поступившей массы и заполненного объема хранилища, а также замеров температуры внутри массы. Она не должна превышать 35–37 °С. Недостаточное уплотнение, длительная закладка приводят к большим потерям питательных веществ (до 13% и выше), в то время как путем непрерывного быстрого заполнения можно сократить потери до 4% [107].

Опытами установлено, что 12-дневный срок заполнения приводит к получению неклассного корма, непригодного для скармливания животным.

Данные таблицы 18 свидетельствуют о том, что даже при достаточном уплотнении силосуемой массы (800 кг/м³), но плохом укрытии, толщина верхнего испорченного слоя может составлять 20–30 см [78].

Таблица 18. Поверхностная порча плохо укрытого силоса в зависимости от степени плотности массы (Л. И.Подобед, О. М. Курнаев, 2012)

| Плотность, кг/м ³ | Толщина испорченного поверхностного слоя силоса, см | |
|------------------------------|---|----------------|
| | провяленных трав | свежескошенных |
| 200 | 180–300 | 100–250 |
| 400 | 70–150 | 50–100 |
| 600 | 40–80 | 30–60 |
| 800 | – | 20–30 |

При укрытии корма, к примеру, не в день закладки, а спустя 3-суток качество заметно его ухудшается. Резко снижается накопление молочной кислоты, в силосе обнаруживается масляная кислота, а показатель рН повышается. К тому же, под поверхностным испорченным слоем могут находиться микотоксины, образуемые плесневыми грибами, и другие продукты белкового разложения гнилостных и маслянокислых бактерий, которые, как указывалось выше, вызывают нарушения обмена веществ и отравления животных.

Подвяленная растительная масса обладает упругостью, поэтому с трудом поддается трамбовке. Хранение в рулонах, обмотанных пленкой, обеспечивает качественную защиту от воздуха и сенажирование можно рассматривать как один из эффективных приемов консервирования практически любых трав.

Заготовка кормов с применением консервантов

При неблагоприятном химическом составе (сахаро-буферном соотношении и содержании сухого вещества) зеленой массе бобовых и бобово-злаковых трав существует риск плохого качества брожения. Внесение в этом случае различных добавок (биологических и химических консервантов или их сочетание) с соблюдением технологических приемов и в соответствии с инструкциями производителей позволяют получить корм высокой протеиновой и энергетической питательности (табл. 19).

Таблица 19. Спектр действия и область применения различных консервирующих препаратов и добавок

| Препараты и добавки | Стабилизирующие процессы анаэробного брожения и сокращающие потери при консервировании | | Снижающие опасность возникновения аэробной порчи (вторая ферментация) | |
|---------------------|--|--|--|---|
| | биопрпараты | химические соединения | сахаросодержащие добавки и ферменты | биопрпараты |
| Спектр действия | повышают эффективность кислототообразования из сахара | повышают активную кислотность (рН) и проявляют микробицидное действие против нежелательных микроорганизмов | способствуют размножению и росту молочнокислых бактерий, обеспечивая их питанием | ускоряют сбраживание сахара, лишая дрожжей источника питания |
| Область применения | консервирование провяленных трав (до содержания СВ 30–35%) с сахаробуферным отношением 1,3–4,0 | консервирование свежескошенных и провяленных трав с сахаробуферным отношением до 1,3 | консервирование трав (СВ до 25% и 35–45%) с сахаробуферным отношением до 1,3 | консервирование провяленных трав (до содержания СВ свыше 30–35%) с сахаробуферным отношением выше 4,0 |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|--|
| Предлагаемые препараты и добавки | молочнокислые и другие бактерии, в том числе <i>Vacillus subtilis</i> | сложные составы на основе органических кислот | меласса, многокомпонентные композиции ферментов | молочнокислые бактерии другие, в том числе <i>Vacillus subtilis</i> | сложные составы на основе пропионовой и др. кислот фунгицидного действия |
| | Дозы | 4–5 л/т массы | 15–30 кг/т массы | в соответствии с инструкциями производителя | 4–5 л/т массы |
| Техника внесения | рекомендуемые дозаторы | | любая | | рекомендуемые дозаторы |

По мнению многих ученых, химическое консервирование по-прежнему имеет первостепенное значение при заготовке силоса с минимальными потерями кормовой ценности зеленой массы, особенно при уборке многолетних бобовых трав в неблагоприятную для проявления погоды [9, 15, 77, 88, 94]. Эффективность внесения в слабopрoвяленное сырье биопрепаратов из активных культур молочнокислых бактерий, которые способствуют накоплению в среде органических кислот и стабилизации оптимальной кислотности, доказана многими исследователями. В их состав входят специально отселектированные по признаку осмо-толеpантности молочнокислые бактерии, способные, в отличие от эпифитных «сородичей», с равным успехом размножаться как на свежескошенной (или переувлажненной), так и на проявленной растительной массе.

В настоящее время имеются сообщения о нецелесообразности стимулирования молочнокислого брожения в сеннаже (СВ \geq 45%).

Правильная выемка корма

Наряду с неукоснительным соблюдением основных технологических правил консервирования сохранность и качество корма во многом зависит и от соблюдения правил выемки его из хранилищ, как с использованием, так и без внесения консервантов.

В последние годы растет количество хозяйств с круглогодичным содержанием и однотипным кормлением крупного рогатого скота, где в летний период в больших объемах используются консервированные корма. Помимо указанных негативных последствий, связанных с технологическими нарушениями во время заготовки, отмечаются большие потери в результате «аэробных процессов брожения» при скармливании кормов. Как уже отмечалось, консервирование сырья, богатого сахаром, и трав с повышенным содержанием СВ вследствие активного развития дрожжей сопровождается повышением восприимчивости корма к аэробной порче.

При строгом соблюдении технологии силосования и уборке кукурузы в восковую спелость зерна потери энергии в процессе брожения составляют не более 12%. Однако общие потери могут достигать существенных величин в случае более ранней и поздней уборки кукурузы на силос, а также ее закладки в курганы (бурты), где не удастся обеспечить хорошую герметизацию в процессе хранения, и особенно при его вскрытии и использовании в результате аэробной порчи. Большая площадь открытой поверхности, которая облегчает проникновение воздуха в консервированную массу, является причиной значительных потерь. В кормах, в которых происходит аэробная порча, зона повышенной температуры распространяется сначала на поверхность хранилища (кургана), а затем углубляется на 20–40 см. В хорошо уплотненных нижележащих слоях корма ограничение зоны нагревания до 40 см обусловлено низким содержанием кислорода. В дальнейшем поверхностный слой (0–15 см) охлаждается, но это приводит к быстрому распаду не только молочной кислоты, других кислот, углеводов, а в дальнейшем – белка. В нем повышается уровень рН до 8,5–10,0 и начинается развитие плесневых грибов [111]. На практике это сопровождается термическим процессом, неприятным запахом, нарушением структуры корма (мажущаяся, разрушенная), образованием микотоксинов. Даже при слабом самосогревании до 40 °С животные «отказываются» от такого корма.

Важно не допускать значительного развития дрожжей – основных возбудителей аэробной порчи в корме. В связи с тем, что они могут развиваться как при наличии кислорода, так и при его отсутствии, необходимо четко знать те условия, которые тормозят их жизнедеятельность. Наиболее очевидным способом предотвращения развития дрожжей является создание оптимальных условий для молочнокислых бактерий, которые в отличие от дрожжей рационально используют содержащийся в растениях сахар. Продолжающееся поступление воздуха при недостаточном уплотнении и герметиза-

ции способствует выживанию дрожжей и аэробных бактерий, и, в конечном итоге, является основной предпосылкой для развития плесневых грибов и последующей быстрой порчи консервированного корма в аэробной среде. Так, главной причиной того, что уксусной кислоты бывает столько же или ее количество иногда даже превышает молочную, можно объяснить проникновением воздуха в хранилище.

Проблема аэробного разложения остро встала также при использовании консервированного зерна, особенно при скармливании его в теплое время года. В силосуемом зернофураже могут активно развиваться дрожжи, причем более энергично, чем в силосе из трав. В анаэробных условиях они вызывают распад сахаров до этилового спирта и двуокиси углерода, при этом теряется до 50% энергии сбраживаемых сахаров. В аэробных условиях (при длительной закладке на хранение, нарушениях герметичности) дрожжи вызывают распад сахаров до воды и двуокиси углерода, при этом теряется вся энергия легкоферментируемых углеводов [25, 57, 71, 87, 106].

Ухудшение аэробной стабильности консервированного корма из глубоко проявленных многолетних и однолетних трав (45–50% сухого вещества), кукурузы (свыше 30% сухого вещества), влажного консервированного зерна, т. е. кормов с наилучшими показателями качества по продуктам брожения, вызвало широкомасштабные исследования по устранению этого недостатка.

Для того, чтобы уменьшить отрицательные последствия от проникновения воздуха в толщу массы при выемке силоса и сенажа основные мероприятия для достижения высокой аэробной стабильности должны быть следующие.

- После открытия хранилища любого типа следует обеспечить достаточную скорость продвижения фронтального среза (отрубая по всей ширине и высоте траншеи); если работа погрузчика сопровождается сильным разрыхлением оставшегося корма, то при такой системе выемки корма отмечается порча корма.

- Покрытия с траншей нужно снимать постепенно (не более 1,0–1,5 м по длине хранилища). Убирать только ту пленку, из-под которой забирается корм, после ежедневного отбора и тщательно его герметизировать. При выемке силоса из рукава запрещается разрезать пленку сверху (вдоль); корм следует вынимать ежедневно, после каждой выемки укрывать.

Существенно повысить аэробную стабильность при длительном круглогодичном скармливании силоса из кукурузы с сахаро-буферным отношением $\geq 4,0$ и сенажа из провяленных злаковых трав с высоким содержанием СВ можно за счет использования новых бактериальных препаратов, химических консервантов с фунгицидной (фунгистатической) активностью, снижающих опасность возникновения аэробной порчи (табл. 19). *Фунгистатическое действие* консерванта проявляется в замедлении роста и развития грибов, а *фунгицидное* – в полном подавлении их роста.

Кормовая ценность консервированного корма, обработанного консервантами выше, чем заготовленного обычным традиционным способом. Выбор и дозы внесения препаратов зависят от вида корма и продолжительности его хранения.

Пропионовая кислота – наиболее эффективно подавляет развитие грибов и дрожжей, предотвращает термогенез и плесневение, в результате чего потери питательных веществ корма снижаются и составляют при одновременном соблюдении основных технологических приемов от 3 до 5% [12]. Численность микроорганизмов, к примеру, в зерне после обработки 0,8% водным раствором пропионовой кислоты намного меньше, чем перед обработкой. До обработки ячменя (влажностью 19%) количество плесневых грибов составляло 30000, дрожжей – 4000 и бактерий разных видов – 1675000 КОЕ/г. Через неделю после его обработки наличие микроорганизмов составило: плесневых грибов – 20, дрожжей – 0 и бактерий – 570, а через три месяца хранения 70, 0 и 35 соответственно. В силосе с внесением пропионовой кислоты в изучаемой дозе за 8 месяцев хранения потери сухого вещества составляли 8,1%, протеина – 5,4% [12].

Уксусная кислота. Хорошо известно ингибирующее действие уксусной кислоты на дрожжи, благодаря чему предотвращается аэробная нестабильность. Силос, содержащий недиссоциированную уксусную кислоту в концентрации менее 3 г/кг свежескошенной массы, в основном нестабилен. Это создает определенные проблемы при выемке готового корма из хранилищ, особенно в теплое время года. Силосованный корм, содержащий ее больше 8 г/кг, почти всегда стабилен [23]. Известно также, что доля недиссоциированной кислоты зависит от величины рН. Следовательно, чтобы обеспечить аэробную стабильность необходимо достаточно высокое содержание уксусной кислоты и низкая величина рН.

Действие некоторых заквасок, содержащих в своем составе специально подобранные штаммы, к примеру, гетероферментативных молочнокислых бактерий *Lactobacillus buchneri*, заключается в образовании повышенной концентрации уксусной кислоты и более высокой аэробной стабильности силоса [122, 123]. В последние годы были исследованы различные штаммы *L. buchneri*, которые, как было показано, более эффективны в улучшении аэробной стабильности [110, 115, 116].

Одновременно было получено свидетельство, что процесс разложения молочной кислоты бактериями *L. buchneri* может привести к более высокой концентрации уксусной кислоты, чем допустимо для жвачных животных. Молочная кислота при вторичной ферментации распадается с образованием уксусной кислоты, особенно при более высоких температурах хранения корма. Чрезмерное количество уксусной кислоты, как принято считать, уменьшает потребление корма [126].

Позднее был выяснен метаболический путь формирования уксусной кислоты. Образовавшийся водород используется для синтеза 1,2-пропандиола [164]. Более того, было также показано, что 1,2-пропандиол усваивается существующим в природе видом *Lactobacillus diolivorans* и преобразуется в 1-пропанол и пропионовую кислоту на более поздних ста-

диях ферментации силоса [152]. Поэтому образование этой кислоты брожения также способствует стабилизации силоса. В дополнение следует отметить, что описанные биохимические реакции приводят к накоплению двух компонентов, которые имеют более высокое содержание энергии в 1 г, чем молочная и уксусная кислоты.

Мнения технологов о пользе применения заквасок для кукурузного силоса весьма спорны [165, 154–155]. Некоторые ученые считают, что в отличие от травяного силоса использование гомоферментативных заквасок для кукурузы и сорго нецелесообразно. Стимулирование гомоферментативного молочнокислого брожения приводило к существенному ухудшению аэробной стабильности силосов [23].

Davies (2010) возражает против использования гетероферментативных МКБ и считает, что образование уксусной кислоты приводит к выделению CO_2 , а энергия теряется, если она не используется жвачными. Кроме того, более высокую концентрацию уксусной кислоты он относит к отрицательному эффекту образования метана в рубце, если больше уксусной, а не молочной кислоты поступает в эту часть преджелудка [120].

Консервирование кукурузы проводили в единичных случаях с использованием смесей органических кислот на основе пропионовой кислоты. Однако из-за большой стоимости последней эти составы не всем сельскохозяйственным производителям доступны.

Результаты опытов (2011) в хозяйствах Германии показывают, что консервирование зерноотрубной смеси (69% сухого вещества) с помощью биопрепарата **Бонсилаге** (1 г/5 л воды) является эффективным, экономически выгодным, безопасным методом, не вызывающим коррозии [151]. Было определено, что при использовании составов с пропионовой кислотой затормаживалось превращение растительного сахара в кислоты брожения. В вариантах с использованием биопрепарата Бонсилаге процент уксусной кислоты

возрос в 2 раза (0,5 с биопрепаратом против 0,25 – в контроле) в сравнении с другими изучаемыми вариантами благодаря штамму молочнокислых бактерий *L. buchneri*, входящего в состав изучаемого биологического препарата

Результаты исследований убедительно свидетельствуют об аэробной стабильности, которая в сравнении с вариантами без обработки увеличивалась вдвое и сохранялась в течение 20 дней. Между вариантами с изучаемым биологическим препаратом и химическими составами на основе пропионовой кислоты не было установлено различий в воздействии на аэробную стабильность.

Силосованная зерноотрубная смесь с Бонсилаге отличалась хорошими вкусовыми качествами, переваримостью и более выгодной себестоимостью. Затраты на обработку при использовании разных кислот варьируют от 4 до 6 € на тонну силосуемой массы, в то время как при приготовлении зерноотрубной смеси с помощью биопрепарата Бонсилаге только 1,20 € на тонну силосуемой массы.

Обнадеживающие результаты по аэробной стабильности кормов дают другие биопрепараты: Биомакс® 5, Биомакс® GP, Биосиб, Био Кримп, Биовет, Биотроф-600, Лактисил-200 НБ и др. Они позволяют добиться не только более высоких показателей по количеству молочной кислоты, но и значительного снижения в обработанных кормах общего количества дрожжей и плесневых грибов по сравнению с необработанными кормами [6, 7, 9, 26, 42, 77, 87].

Биомакс® 5 – водорастворимая закваска, создана для сохранения питательной ценности кукурузного силоса, а также повышения стабильности в аэробных условиях. Содержит два штамма молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* DSM 16568 и *Lactobacillus plantarum* 4784, которые улучшают аэробную стабильность корма и сохраняют его питательные свойства. Эти бактерии быстро размножаются, вне конкуренции с другими микроорганизмами, и продуцируют высокий уровень молочной кислоты. Каждый из штаммов контроли-

рует и улучшает ферментацию кукурузы. В лабораторных тестах получены результаты, в которых используемые штаммы эффективно задерживают рост пяти различных штаммов дрожжей, обнаруженных в некачественном силосе [79]. Штаммы молочнокислых бактерий работают по двум путям: продлевают аэробную стабильность посредством подавления большинства вредных дрожжей, контролируют и направляют ферментацию (продуцируют большое количество молочной кислоты, быстро понижают уровень pH).

Биомакс® GP – водорастворимая закваска, созданная для улучшения ферментации и питательной ценности сенажа из разнотравья и люцерны, который характеризуется аэробной устойчивостью. Она содержит два уникальных штамма молочнокислых бактерий: *Pediococcus pentosaceus* DSM14021, ускоряющий ферментацию, и активный кислотообразователь *Lactobacillus pentosus* DSM 14025, заканчивающий ферментацию. В результате этого сдерживается развитие гнилостных и других нежелательных микроорганизмов, повышаются вкусовые и питательные свойства корма. Все это способствует повышению продуктивности крупного рогатого скота. Доказано, что при консервировании с помощью Биомакс® GP в сенаже сохраняется больше каротина. Использование Биомакс® GP повышает выход корма, поедаемость корма на 7,1 % и его усвояемость, увеличивает надой молока. Высокое содержание каротина в сенаже позволяет улучшить воспроизводство животных.

Биомакс® GP широко изучался в независимых исследовательских институтах. Результаты исследований Института науки злаковых культур и лугов, Германия, представлены в таблице 20 [79]. Использование Биомакса® GP поддерживает доступность питательных веществ, продлевает срок хранения силоса, снижает потери сухого вещества, температуру фуража, образование масляной кислоты и предотвращает его порчу. Аэробная стабильность при использовании препарата – более 1 дня.

Таблица 20. Показатели сенажа при обработке его Биомаксом® GP (по данным института науки злаковых культур и лугов, Германия)

| Показатель | Необработанный | Биомакс® GP |
|----------------------|----------------|-------------|
| Уровень pH | 4,6 | 4,1** |
| В сухом веществе, %: | | |
| молочная кислота | 7,4 | 12,8** |
| уксусная кислота | 1,9 | 1,9 |
| масляная кислота | 0,8 | 0,2* |
| этанол | 1,7 | 0,8* |
| аммиак | 11,6 | 7,8* |
| потери | 7,7 | 5,6** |

Статистическое отклонение: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Универсальная силосная закваска **Биосиб** предназначена для силосования растительных кормов. В ее состав входят 3 бактериальные культуры: пропионовокислые бактерии (ПКБ), амилолитический молочнокислый стрептококк (АМС), пентозосбраживающие молочнокислые бактерии (ПМБ). Амилолитические молочнокислые стрептококки и пентозосбраживающие молочнокислые бактерии гидролизуют сложные углеводы зеленых растений (гексозы и пентозы) до молочной и уксусной кислот, пропионовокислые бактерии выравнивают соотношение в силосе молочной, уксусной и пропионовой кислот.

Применение Биосиба улучшает витаминный состав силоса, соотношение органических кислот в нем и обеспечивает длительный срок его хранения.

В первые дни силосования богатого белком сырья без внесения молочнокислых бактерий наиболее активно размножаются гнилостные бактерии. Их содержание составляет до 7 млн КОЕ/г растительной массы, а молочнокислых – до 1 млн КОЕ/г [79]. Внесение препарата Биосиб приводит к быстрому накоплению молочной кислоты, подавлению гнилостной и маслянокислой микрофлоры. Силос, полученный с использованием Биосиба, отличается от необработанного более высокими органолептическими характеристиками, содержанием питательных веществ. Обеспечивается

сохранность сухого вещества на 90–91%, органического – 90–95%, в том числе сырого протеина на 85–90%, каротина – на 75–80% [79]. Во время применения Биосиба в хозяйствах России было показано, что при скармливании силоса, приготовленного с использованием препарата, повышаются среднесуточные привесы свиней на 8–13%. Удои молока увеличиваются на 6–12%; жирность молока на 0,2%, при этом кислотность снижается на 2,0%. Данные по этим показателям варьировали в разных хозяйствах в зависимости от условий и уровня производства [79, 82].

В исследованиях В. А. Рогачева (2007) по силосованию плющеного зерна пшеницы повышенной влажности (32–34%) с Биосибом отмечено большее образование молочной кислоты при пониженном содержании в 1,5 раза уксусной кислоты. Сырого и переваримого протеина, жира, БЭВ и крахмала на 0,88 и 0,75; 1,54; 0,26 и 12,52% соответственно было больше, чем в корме без применения биоконсерванта [82]. Это обеспечило повышение его питательности (на 6,4%). Скармливание ремонтным телкам в составе рациона зерна пшеницы с биопрепаратом Биосиб вместо дробленого плющеного зерна пшеницы обеспечило повышение живой массы и среднесуточного прироста на 18,2 кг (5,8%) и 66,6 г (11,3%) при снижении затрат кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг прироста на 8,9 и 8,4. Замена в рационе дойных коров дробленой плющеной пшеницы (45% по питательности) зерном пшеницы с бактериальной закваской способствовала увеличению среднесуточного удоя молока натуральной жирности на 0,52 кг (2,6%) при одинаковых затратах кормов на единицу продукции (0,91 корм. ед.).

В 2005 г. были проведены научно-производственные испытания препарата Биосиб в УО «Волковысский государственный аграрный колледж» Волковысского района Гродненской области. Экономический эффект от внедрения составил 36,6 млн рублей на 100 голов дойного стада [79].

В исследованиях В. Ф. Радчикова и др. (2007), А. И. Козинца и др. (2008) при изучении эффективности применения биопрепарата **Био Кримп** (английского производства),

улучшающего аэробную устойчивость по утверждению разработчиков, химических препаратов АИВ-3 Плюс (финского производства) и НВ-2 (отечественного производства) получены положительные результаты при консервировании зерна тритикале [47, 72]. Проведенные испытания по скармливанию коровам влажного плющеного зерна тритикале в составе комбикормов показали, что плющенное зерно с биопрепаратом и с НВ-2 имело высокое качество. Массовая доля сухого вещества плющеного зерна тритикале было 71,7% и 70,4% соответственно. Сравнимые корма имели одинаковую энергетическую ценность. Так, в 1 кг плющеного тритикале, консервированного в зерне с консервантом НВ-2, содержалось 0,98, с Био Кримпом – 0,96 корм. ед. По содержанию обменной энергии они также не имели существенных различий. За период опыта основного цикла лактации надой у животных находился на уровне 1969 кг в рационе которых было включено плющенное зерно с Био Кримпом, что выше на 17 кг в пересчете на 4% молоко, чем в группе в рационе которой было включено плющенное зерно с НВ-2 (табл. 21).

Таблица 21. Эффективность скармливания коровам влажного плющеного зерна тритикале (А. И. Козинец и др., 2008)

| Показатели | Группы | |
|--|--------|-----------|
| | НВ-2 | Био Кримп |
| Среднесуточный удой, кг | 21,1 | 21,4 |
| Затраты кормов на 1кг молока, к. ед. | 0,91 | 0,91 |
| Получено молока за 92 дн. опыта, кг | 1941 | 1969 |
| Стоимость реализованного молока, тыс. руб. | 687,2 | 691,4 |
| Прибыль на 1 голову, тыс. руб | 108,6 | 115,9 |
| Доп. прибыль от 1 коровы, тыс. руб. | – | 7,3 |

Большой уровень продуктивности (21,4 кг/сутки против 21,1 в контроле) дойных коров на рационе с влажным плющеным тритикале и препаратом Био Кримп позволил получить дополнительную прибыль в размере 7,3 тыс. руб. (в ценах 2008 г. от одной головы за опытный период), как указано в таблице 21.

В таблицах 22–25 представлены результаты исследований по изучению консервирующих свойств биопрепарата **Лактофлор**, химического консерванта АИВ-3 Плюс и молочной сыворотки при силосовании зерна тритикале разной влажности [10].

Через 2 месяца хранения после закладки контрольный вариант (без консервантов) с повышенной влажностью 37,9% характеризовался измененной структурой и цветом, тогда как образец, который консервировали с добавлением воды для доведения уровня влажности зерна до 30%, был с сохраненной сыпучей структурой и цветом исходного зерна. Поверхностный плесневый мицелий наблюдался в вариантах без добавок (контроль) и с добавлением молочной сыворотки при консервировании зерна. Определение вероятного наличия патогенных микроорганизмов (фузарии, аспергиллы, пенициллы, мукоры, сальмонеллы, энтеропатогенные типы кишечной палочки, клостридии) и микотоксинов (Т-2 токсина, афлатоксина) в силосованном плющеном зерне тритикале дало отрицательный результат.

Образцы зерна, обработанные химическим консервантом АИВ-3 Плюс, отличались желтым цветом, хлебным запахом и были без плесневого мицелия в течение 2–5 месяцев хранения после закладки.

Использование биопрепарата Лактофлор на основе молочнокислых бактерий позволило получить силосованный зернофураж с хорошими органолептическими показателями: с сохраненной структурой, неизменным цветом, фруктовым запахом.

Следует отметить, что спустя 5–9 месяцев хранения в образцах консервированного плющеного зерна тритикале (с исходной влажностью 35%), обработанных химическим консервантом АИВ-3 Плюс (3,5 л/т) и молочной сывороткой (20 л/т), обнаруживалась поверхностная и очаговая плесень. Исключение составил образец корма, консервированный биопрепаратом Лактофлор (0,66 л/т): плесень отсутствовала на протяжении всего периода хранения, т. е. силосованный зернофураж был аэробно стабильным благодаря активности штаммов молочнокислых бактерий.

Таблица 22. Органолептическая оценка консервированного плющеного зерна тритикале (исходная влажность зерна 35%) в зависимости от длительности хранения

| Вариант | Цвет | Запах | Наличие плесневого мицелия | | |
|--------------------------------------|------------|-----------|----------------------------|---------------|---------------|
| | | | Срок хранения, месяцев | | |
| | | | 2 | 5 | 6 |
| Тритикале без добавок (контроль) | изменен | затхлый | очаги | очаги | очаги |
| Тритикале с хим. консерв. АИВ-3 Плюс | желтый | некислый | – | поверхностный | поверхностный |
| Тритикале с молочной сывороткой | изменен | кислый | очаги | очаги | очаги |
| Тритикале с биопрепаратом Лактофлор | не изменен | фруктовый | – | – | – |

Таблица 23. Органолептическая оценка консервированного плющеного зерна тритикале (исходная влажность зерна 23%) в зависимости от длительности хранения

| Вариант | Цвет | Запах | Наличие плесневого мицелия | | |
|--------------------------------------|--------|----------|----------------------------|---------------|---------------|
| | | | Срок хранения, месяцев | | |
| | | | 2 | 5 | 6 |
| Тритикале с добавлением воды | желтый | некислый | – | – | поверхностный |
| Тритикале с хим. консерв. АИВ-3 Плюс | желтый | хлебный | – | поверхностный | поверхностный |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|-----------|---|---|---|---------------|
| Тритикале с молочной сыворожкой | желтый | кислый | – | – | – | поверхностный |
| Тритикале с биопрепаратом Лактофлор | желтый | фруктовый | – | – | – | поверхностный |

Таблица 24. Питательная ценность консервированного зерна тритикале

| Вариант | Сухое вещество, % | Сахар, г/кг | Крахмал, г/кг |
|---|-------------------|-------------|---------------|
| Тритикале без добавок (контроль) влажность зерна 35% | 62,1 | 29,57 | 321,35 |
| Тритикале с АИВ-3 Плюс | 63,3 | 58,08 | 336,88 |
| Тритикале с добавлением молочной сыворожки | 61,5 | 29,86 | 330,19 |
| Тритикале с добавлением воды исходная влажность зерна 23% | 73,0 | 27,07 | 406,80 |
| Тритикале с АИВ-3 Плюс с добавлением воды | 72,7 | 34,39 | 418,40 |

Таблица 25. Химический состав плющеного консервированного зерна тритикале

| Вариант | Норма расхода, л/т | Влажность, % | Сырой протеин, % | Сырой жир, % | БЭВ, % |
|---|--------------------|--------------|------------------|--------------|--------|
| Тритикале плющеное (без консервантов) | – | 21,4 | 10,80 | 1,47 | 76,93 |
| Тритикале плющеное с добавлением воды | 70 | 27,0 | 13,96 | 1,55 | 78,78 |
| Тритикале с АИВ-3 Плюс с добавлением воды | 3,5+70 | 27,3 | 14,01 | 1,45 | 79,57 |

Это подтверждает мнение многих ученых о том, что в состав консервантов для силосования влажного зерна с длительным сроком хранения необходимо включать препараты с фунгицидным действием против микофлоры. Механизм действия изучаемого химического консерванта АИВ-3 Плюс, в состав которого входит муравьиная кислота, основан на подкисляющем эффекте. Поэтому он не оказывал ингибирующего эффекта на возбудителей аэробной порчи консервированного зерна тритикале в процессе длительного хранения (свыше 5 месяцев), т. к. плесневые грибы развиваются при высокой кислотности корма (рН 1,3–2,2). Они, как и дрожжи, оказывают негативное действие при силосовании влажного зерна, неблагоприятно влияя на процессы брожения, так как препятствуют развитию молочнокислых бактерий (конкуренты по использованию легкоферментируемых углеводов), а в некоторых случаях (при доступе кислорода) полностью его прекращают.

При добавлении воды в зерно с исходной влажностью 23% (до содержания влажности зерна около 30%) происходило «самоконсервирование» без внесения химических и биологических добавок, и корм был стабильным в течение 2–6 месяцев хранения, как и в случае с внесением биопрепарата Лактофлор. Молочная сыворотка не тормозила развитие дрожжей и плесневых грибов, что подтверждалось количеством сахара (29,86 г/кг), содержание которого было на уровне контроля (табл. 24).

Она служила добавкой или источником лактозы и других легкорастворимых углеводов для микроорганизмов. Анализ на грибную обсемененность показал, что в контрольном образце и вариантах с добавлением молочной сыворотки кроме грибов рода *Mucor* выделялось значительное количество дрожжей: 56000 КОЕ/г и 37600 КОЕ/г соответственно. В то же время сохранность сахара и крахмала была выше в вариантах зерна, консервированного АИВ-3 Плюс по сравнению с необработанным зерном: 58,08 г/кг и 29,57 г/кг соответственно.

Как показал анализ химического состава плющеного консервированного зерна тритикале, процессы силосования проходили успешно в вариантах с добавлением воды (до влажности около 30%) и с химическим консервантом АИВ-3 Плюс (табл. 25).

Энергетическая питательность (ОЭ) такого концентрированного корма составила 11,2 МДж/кг, сохранность сырого протеина, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) была выше в сравнении с зерновой массой, в которой влажность была 21,4%. На основании полученных результатов исследований были сделаны следующие выводы.

1. Комплексная защита от почвенной, семенной и инфекции «хранения» – важная составляющая не только сохранения урожая зерна, но продуктивности сельскохозяйственных животных и здоровья человека. Определение вероятного наличия патогенных микроорганизмов (фузарии, аспергиллы, пенициллы, мукоры, сальмонеллы, энтеропатогенные типы кишечной палочки, клостридии) и микотоксинов (Т-2 токсина, афлатоксина) в силосованном плющеном зерне тритикале дало отрицательный результат.

2. Энергосберегающая технология силосования зерна (влажность на уровне – 30%) является одним из способов успешной сохранности влажного зернофуража в течение длительного времени (2–6 месяцев). Энергетическая питательность (ОЭ) такого концентрированного корма составила 11,2 МДж/кг. Консервированное зерно тритикале влажностью 35% с помощью биопрепарата Лактофлор (0,66 л/т) было аэробно стабильным: плесневый мицелий отсутствовал на протяжении всего периода хранения (2–9 месяцев). Изучаемый химический консервант АИВ-3 Плюс (3,5 л/т) подкислял влажный плющенный зернофураж, но не устранял рост грибов, так как они развивались при высокой кислотности среды и в присутствии кислорода спустя 5 месяцев хранения. Молочная сыворотка (20 л/т) служила добавкой или источником лактозы, других легкорастворимых углеводов и не ограничивала рост грибов *Mucor* и дрожжей.

В Украине широкое использование нашли способы заготовки, хранения и использования влажного (30–38% влажности) зерна кукурузы в кормлении дойного стада и при откорме крупного рогатого скота, а также качественного зерносенажа из многолетних бобовых трав с консервированным зерном кукурузы. В течение многих лет используются энергосберегающие технологии заготовки больших объемов влажного неизмельченного зерна кукурузы в засеках (по 100–300 т) хранилища ангарного типа с вертикальной порционной герметизацией плотной полиэтиленовой пленкой. Закладка осуществляется с применением консервантов на основе *вулканических туфов*, при этом проведены исследования, апробация и налажено производство разных рецептов консервантов для силосования и сенажирования кормов (2002–2006 гг.). На практике в кормлении сельскохозяйственных животных возникает необходимость обогащать их рацион, в первую очередь, такими наиболее важными микроэлементами как цинком, марганцем, медью, кобальтом, йодом и селеном, которые в достаточном количестве присутствуют в вулканических туфах.

Проведенные исследования свидетельствуют о важности подавления активности микроорганизмов в первую аэробную и вторую анаэробную фазы процесса силосования, что ограничивает резкое повышение температуры в консервируемой массе.

В корме с консервантом **Туфосил** температура не поднималась выше +20–25 °С, в то время как консервированная масса контрольного варианта нагревалась до +37–45 °С [57]. Низкий уровень накопления аминов обуславливал высокую степень поедания консервированного силоса из злаково-бобовой смеси. В основу механизма действия разработанного консерванта на основе вулканических туфов для силосования и сенажирования кормов из бобовых трав, положено не подкисление кормовой массы, а образование комплексов, которые ингибируют ферментные системы бактерий.

В консерванте содержатся окиси железа, магния, марганца, меди, цинка, кобальта, никеля, бария, титана и пова-

ренная соль. На первом этапе в консервируемой зеленой массе в процессе брожения происходит ферментация углеводов, протеина с образованием побочных продуктов, в том числе углекислого газа, аммиака. На втором и третьем этапах аммиак вступает в реакцию с углекислым газом и поваренной солью, а затем ионы вышеперечисленных металлов с ионами NH_4^+ и Cl^- . Образующиеся комплексные соединения путем проникновения через мембрану микробной клетки подавляют ее ферментную систему.

Консерванты **Зернол-2** и **Зернол-3** (на основе вулканических туфов) содержат минеральные (фосфор) компоненты и оксиды металлов: алюминия, железа, марганца, кальция, титана, калия, натрия и др. в разных соотношениях. Консервирующее действие компонентов в составе зерна сводится к тому, что при закладке влажного зернофуража в герметичных условиях дыхание и аэробное брожение происходит до тех пор, пока не будет использован кислород воздуха, который находится в межзерновом пространстве. Недостаток кислорода при соблюдении основных параметров консервирования и образование углекислого газа угнетает деятельность ферментов аэробной микрофлоры зерна и стимулирует активный рост молочнокислых бактерий.

В связи с тем, что зерно кукурузы имеет гладкую поверхность, применение сыпучих консервантов осложняется из-за неравномерной обработки зерна. Консервант **Туфогель** представляет собой гелеподобный состав, расход которого снижается в 2 раза (10–13 кг/т влажного зерна) по сравнению с консервантами Зернол-2 и Зернол-3 (20 кг/т). При обработке кукурузного зерна консервантом Туфогель-1 образуется пленка из окислов кремния, других металлов с относительно высокой концентрацией NaCl , которая защищает зерновую поверхность от доступа кислорода и аэробных микроорганизмов. Это обеспечивает анаэробные условия для жизнедеятельности полезных молочнокислых микроорганизмов. Сохранность сахара и крахмала почти на том же уровне (454 г), как в свежем зерне (485 г).

Консервант **Бергель** содержит мелассу, фосфор, окислы кремния, алюминия, железа, магния, марганца, кальция, титана, калия, натрия, и хлористого натрия в разных соотношениях. При дозе внесения 20 кг консерванта на 1 тонну зернофуража отмечалось значительное повышение качества влажного зерна путем регулирования микробиологических процессов при его консервировании. Механизм действия консерванта Бергель базируется на создании на поверхности зерна пленки с минеральных компонентов и сахаров мелассы. Величина рН на поверхности зерна составляет 3,8–3,9. При таких условиях пленка блокирует развитие аэробных микроорганизмов. Зерно с консервантом Бергель имело высокую аэробную стабильность в течение 20 дней, в то время как в контрольном варианте зафиксировано развитие плесневых грибов через 10 дней после разгерметизации. Интенсивность брожения снижалась на 31% по отношению к контролю без обработки. При добавлении одной мелассы, разбавленной водой (1:1) в количестве 30 кг на тонну зернофуража, интенсивность брожения увеличивалась на 23,9% к контролю. Отсюда авторы делают вывод, что разбавление мелассы водой негативно влияет на ход силосования, к тому же воду необходимо подогревать для ее разбавления в осенний период заготовки зерна кукурузы. Объясняется это тем, что в смеси мелассы с водой легкоферментируемые углеводы становятся доступными для гетероферментативных молочнокислых бактерий, при котором образуется значительное количество уксусной кислоты, а затраты энергии в 4–5 раз выше, чем при гомоферментативном брожении. В составе консерванта Бергель для образования гелеобразного состояния добавляется неразбавленная меласса к вулканическим туфам.

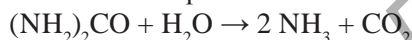
Продуктивное действие обработанного зерна консервантами на основе вулканических туфов при кормлении коров (до 3 кг) было выше на 7,5–8,5% по сравнению с высушенным зерном. При откорме КРС обеспечивался среднесуточный прирост 850 г (против 775 г в контрольной группе с кормлением сухим зерном), т. е. на 9,7%; свиней – на 15,7% больше.

Затраты на закладку 1 т влажного зерна составляют 3–4 доллара, тогда как при его высушивании с использованием газа – 7–8 долларов, а дизельного топлива – 24–26 долларов [57].

Ряд исследователей показали, что **мочевину** можно использовать не только в качестве добавки для повышения протеиновой питательности кормов, но и как консервант, так как она обладает бактерицидными свойствами и способствует стабильности силоса в аэробных условиях [17, 85]. Действие мочевины основано на высвобождении аммиака под влиянием уреазы микроорганизмов, обитающих в зеленой массе [25, 38].

Энзимное расщепление мочевины:

Уреазы



Однако мочевина обуславливает создание дополнительной буферной емкости и значительно снижает образование органических кислот в корме, ухудшает процесс молочно-кислого брожения. Поэтому даже при соблюдении всех необходимых условий не всегда удается получить высококачественный силос [41, 74, 107]. В целях устранения отрицательных воздействий мочевины при силосовании кормов, дефицитных по протеину (кукуруза и другие), некоторые авторы указывают на целесообразность применения ее в смеси с другими препаратами [3, 9, 12, 59].

Болеe раннее изучение влияния мочевины на развитие микроорганизмов позволило установить ее невысокое бактерио-фунгистатическое действие против гнилостных (13–27% ингибирования), маслянокислых (34–37%) бактерий и дрожжей (13–38%). В отношении молочнокислых бактерий ее бактериостатическое действие усиливалось при подкислении среды и повышении температуры. Так, при pH 4,2 ее активность возрастала до 45% при +27 °C, тогда как в исходных условиях (pH 6,2 при +27 °C) – 1–6% ингибирования. Действие мочевины при повышенной температуре также

усиливалось, но в меньшей степени. Вероятно, подкисление среды и повышение температуры ускоряют высвобождение аммиака из мочевины – основного ингибирующего фактора, вследствие чего антимикробная активность мочевины усиливалась [3]. С учетом особенностей влияния мочевины и органических кислот был разработан консервант **комбинированного действия** (25% муравьиная кислота +20% пропионовая кислота +10% бензойная кислота +34% мочевины +11% вода). Сравнительные испытания изучаемого состава показали, что он обладал более значительным антимикробным действием, обогащал силосуемую массу азотом. Внесение комбинированного консерванта обеспечивало получение высококачественного корма из вико-овсяно-райграсовой и люпино-райграсовой смесей: содержание сахара в 2 раза, а общего азота на 1,10–2,86% было выше в обработанном силосе по сравнению с контрольным вариантом. Он более эффективно ограничивал протеолиз в корме: распад азотистых веществ составлял 6–17% (15–40% в необработанном силосе). Высокая антимикробная активность комбинированного действия объясняется аддитивным действием всех веществ. Органические кислоты в комбинированном составе снижают pH среды, что усиливает фунгистатические и бактериостатические свойства мочевины против всех групп микроорганизмов, развитие которых нежелательно при приготовлении и хранении силоса. На основании результатов исследований был сделан вывод, что наиболее приемлемы соединения, ингибирующие свойства которых обусловлены как антимикробным действием, так и подкислением силосуемой массы. В результате усиливается влияние комбинированных составов на все группы микроорганизмов, в том числе аэробных, развитие которых нежелательно при приготовлении, хранении и скармливании консервированных кормов [3].

Внесение мочевины в дозах 0,3–0,6% на тонну силосуемой кукурузы в раннюю фазу развития (молочная спелость

зерна) с содержанием сухого вещества менее 30% не ограничивало развитие маслянокислых бактерий, так как отмечались следовые количества масляной кислоты [8, 9]. Положительные результаты были получены при внесении мочевины в кукурузу молочно-восковой спелости: уровень кислотности был оптимальным (рН 4,2–4,3). После выдержки на воздухе силоса все показатели оставались на прежнем уровне и развития плесени не обнаружено. В то же время в образцах силосованной кукурузы восковой спелости с 0,5% мочевины при доступе воздуха значение рН изменялось до 4,5; присутствовала плесень. Аналогичная закономерность наблюдалась при внесении мочевины в кукурузную массу, приготовленную в стадии полной спелости зерна: уровень кислотности повышался до 4,8–4,9 (против 4,6 в контроле).

Таким образом, результаты исследований позволили сделать следующее заключение: мочевина в определенной дозе и в зависимости от стадии спелости зерна кукурузы сдерживала рост плесени, но не всегда ограничивала развитие маслянокислых бактерий из-за подщелачивания и повышения уровня рН при внесении ее в силосуемую кукурузу. Использование биопрепарата на основе молочнокислых бактерий приводило к быстрому снижению кислотности до 4,1–4,3, без масляной кислоты, улучшало органолептические показатели (запах моченых яблок, сохраненная структура и без плесени) независимо от стадии развития кукурузы, повышало аэробную устойчивость силоса [8].

Спорным вопросом до сих пор является возможное совместное использование мочевины и биопрепаратов. Считается, что это имеет перспективу при силосовании богатого сахаром сырья (кукурузы и др.). При этом для обеспечения аэробной стабильности силоса важно только количество недиссоциированной части образующейся уксусной кислоты, которая обладает ярко выраженным антимикробным действием и достигает 75% при рН 4,0–4,2. При совместном внесении мочевины (из расчета 5 кг на тонну силосуемой

массы) и биопрепарата на основе молочнокислых бактерий (1 л на 15 тонн) регистрировались следы масляной кислоты в готовом кукурузном силосе, что связано, по-видимому, с ограничением развития молочнокислых бактерий и является основной предпосылкой для последующего ухудшения качества силоса. Совместное внесение биопрепарата и мочевины (0,5%) при выдержке на воздухе привело к повышению рН с 4,3 до 5,9; при этом обнаруживались следы масляной кислоты (0,02%) [8].

Брожение в забуференной среде ($\text{pH} > 4,5$) приводит к увеличению содержания в силосе уксусной кислоты (побочный продукт брожения маслянокислых бактерий и дрожжей), общее количество которой превышает иногда 50%, что приводит к снижению качества корма.

Учитывая то, что молочнокислые бактерии устойчивы к определенным химическим соединениям, некоторые исследователи рекомендуют использование составов на основе химических соединений и биопрепаратов.

Исследования многих ученых показали, с одной стороны, что оптимальные дозы химических консервантов не исключают жизнедеятельности молочнокислых бактерий, которые оказались наиболее толерантными к некоторым химическим соединениям. С другой стороны, наиболее активные формы молочнокислых бактерий из устойчивых бактерий были успешно испытаны при силосовании белковых растений. Авторы делают заключение, что комплексное использование малых доз химических соединений в сочетании с активными молочнокислыми бактериями перспективно и позволит осуществить ограничение нежелательных микроорганизмов в нем и повысить сохранность питательных веществ корма [94]. В этом направлении работают ученые под руководством Ю. А. Победнова [77].

Определение устойчивости немецкими исследователями показало, что молочнокислые бактерии толерантны к некоторым химическим препаратам (табл. 26) [109].

Таблица 26. Максимальная концентрация раствора консервирующих средств, при котором обеспечивается выживаемость молочнокислых бактерий (S. Bader, 1997)

| Раствор | Стабильность при 10 °С, % | Выживаемость молочнокислых бактерий, % |
|------------------|---------------------------|--|
| формиат натрия | 36 | ≥44 |
| формиат аммония | 52 | 36 |
| формиат калия | ≥75 | 36 |
| пропионат натрия | 45 | 36 |
| сорбат калия | 55 | 11 |
| бензоат натрия | 35 | 10 |
| бензоат калия | 20 | 10 |
| ацетат натрия | 28 | ≥28 |
| ацетат калия | 70 | 36 |
| ацетат аммония | 60 | 40 |

Таким образом, ведется поиск препаратов, эффективно подавляющих развитие дрожжей, плесневых грибов и аэробных бактерий и значительно повышающих аэробную стабильность кормов. Но основными мерами для ограничения аэробной порчи из кукурузы и провяленных трав с высоким содержанием сухого вещества, влажного консервированного зерна являются обязательное соблюдение технологических приемов заготовки, хранения, так как нарушение их приводят к последующему быстрому разложению консервированного корма при доступе воздуха. Уплотнение, герметизация кормовой массы при использовании консервантов является также обязательным технологическим приемом.

3.2.3. Общие лечебно-профилактические мероприятия при микотоксикозах

Применение комплекса мероприятий, направленных на предотвращение и снижение ущерба от микотоксинов, позволит повысить эффективность животноводства, качество животноводческой продукции, противозпизоотических мероприятий и снизить заболеваемость животных [40, 51, 66, 67].

Специфических методов лечения против микотоксикозов нет. Проводят в основном симптоматическое лечение, основанное на введении животным сердечных и общеукрепляющих, слабительных средств.

Необходимо знать и соблюдать требования санитарно-микологического контроля кормов. Партии кормов с высокими санитарными качествами хранят отдельно и, в первую очередь, реализуют при кормлении беременных животных, племенного поголовья и молодняка. Зерновые корма с пониженным санитарным качеством – некондиционное зерно **I и II степени дефектности, свободное от микотоксинов**, используют в рационах откормочных животных после предварительной термической обработки и проверки на токсичность. Вначале такие корма используют на небольшом поголовье малоценных животных.

Длительное хранение пораженных кормов в хозяйстве должно быть запрещено из-за возможности снижения их санитарного качества в результате развития токсигенных грибов с выработкой микотоксинов.

Корма, содержащие микотоксины, обезвреживают одним из методов, описанных в «Методических указаниях по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов»:

- обработку зернофуража проводят в сушильных агрегатах при температуре носителя +300 °С в течение 10–12 мин;
- комбикорма обезвреживают гранулированием на всех типах прессов-грануляторов при давлении пара 4–5 атм.; автоклавированием при 1,5 атм. в течение часа; провариванием при температуре 100 °С в течение двух часов в 0,1%-м растворе кальцинированной соды;
- зернофураж можно обрабатывать полиферментными препаратами «НИСТ», «НИСТ-асепт», МЭД-4;
- зеленый корм обезвреживают гранулированием.
- солому и сено детоксицируют 25%-м раствором аммиачной воды – 120 л на тонну); 2–3%-м раствором натрия гидроксида, погружая корм на 2–3 мин.; 1%-м раствором га-

шеной извести (100 кг корма погружают в 300 л на 10 мин перед скармливанием).

Если после обработки в кормах концентрация микотоксинов превышает максимально допустимый уровень, то проводят повторную обработку или разбавляют его доброкачественным кормом, доля загрязненного корма должна составлять не более 5% от рациона.

Лечебно-профилактические мероприятия при микотоксикозах животных заключаются в том, что больных и подозрительных по заболеванию микотоксикозами животных отделяют от остального поголовья, исключают из рациона пораженный микотоксином корм, ставят на голодную диету. Выбор средств и способов лечения проводят в соответствии с учетом конкретного микотоксикоза, клинических признаков отравления и механизма действия микотоксинов на организм животных.

Животным проводят промывание желудка 3%-м раствором натрия гидроокиси, назначают солевые слабительные (использовать растительное масло не рекомендуется).

Таким образом, основой профилактики микотоксикозов сельскохозяйственных животных должны быть комплексные мероприятия, направленные на предотвращение или сведение к минимуму уровней микотоксинов в кормах на всех этапах их приготовления, транспортировки, хранения и использования.

Профилактику и/или ликвидацию последствий микотоксикозов нужно проводить комплексно по следующим направлениям:

- создание условий, снижающих возможность развития токсигенных грибов и образование ими микотоксинов. Необходимо поддерживать температуру хранения и влажность, применять консерванты;

- использование только качественных кормов и их составляющих. Все имеющиеся и поступающие в хозяйства корма должны находиться под постоянным контролем зоо-

ветеринарных специалистов, использоваться в рационах с учетом их микотоксикологического анализа и санитарного состояния, результатов лабораторных исследований;

– применение различных добавок в рационах: адсорбентов; синтетических и природных антиоксидантов, витаминов (Е, С, каротин), микроэлементов (селен и др.), пробиотиков.

Различные подходы были опробованы, чтобы уменьшить или предотвратить неблагоприятные эффекты микотоксинов на здоровье животного и качество продукции. Самый распространенный метод – включение в корм веществ, элиминирующих или адсорбирующих (дезактивирующих) микотоксины.

В «Классификатор сырья и комбикормовой промышленности» (2010) внесены следующие ингибиторы и адсорбенты микотоксинов: мико карб сухой и жидкий, микопроф, токсипол, молд карб ТВ сухой, микофикс селект 3,0, микофикс плюс 3,0, микокорм жидкий, токсинил плюс юнике сухой и др. [45]. Их перечень ежегодно пополняется в «Дополнениях к Классификатору сырья и комбикормовой промышленности».

Мико Карб предназначен для предотвращения развития плесневых грибов в кормовом зерне, сырьевых материалах и готовых кормах. Он поставляется в сухой и жидкой формах. Мико Карб сухой содержит соли пропионовой кислоты, сорбиновую и фумаровую кислоты. Рекомендуемая норма ввода при использовании на готовых кормах – 0,5–1 кг/т рассыпного или гранулированного корма (при влажности выше 13,5% следует вводить 1 кг и более), 1–3 кг/т экструдированного корма. Обработанное Мико Карбом зерно не имеет признаков плесени, тогда как необработанное покрыто плесенью, слиплось в комки и не годно для использования [79].

Мико Карб жидкий предназначен для защиты зерна, другого кормового сырья, а также готового комбикорма от поражения плесенью и заражения микотоксинами. В состав препарата входят пропионовая кислота и ее соли, сорбиновая и фумаровая кислоты, антиоксидант, а также эмульгаторы, способствующие лучшему распределению препарата

в зерне. Имея рН, близкий к нейтральному, Мико Карб жидкий безопасен при использовании и лишь обладает слабым характерным запахом, не вызывает коррозию и безопасен для техники, оборудования, нетоксичен для людей и животных, нелетуч, длительно сохраняет активность даже в вентилируемых помещениях. Норма ввода Мико Карба жидкого зависит от ряда факторов. Для зерна влажностью до 14% доза Мико Карба жидкого составляет 1 л/т. С ее увеличением доза препарата повышается. Безопасное хранение зерна с повышенной влажностью особенно актуально в период уборки урожая, когда не всегда удается досушить зерно до нормативной влажности. Обработанное Мико Карбом жидким влажное зерно может храниться в течение нескольких месяцев, а затем, в зависимости от условий, досушиваться или использоваться для производства комбикорма без дополнительного досушивания. При этом обработка не оказывает какого-либо отрицательного влияния на потребление корма, его вкусовые качества и т. д. В условиях дефицита и непрерывного роста цен на энергоносители обработка зерна с повышенной влажностью экономически более выгодна, чем его досушивание до нормативной влажности. При хранении зерна в течение года норма ввода мико карба вдвое выше по сравнению с 3 месяцами хранения. Наружная оболочка зерна является естественным барьером, защищающим его от различных факторов внешней среды. Нарушение ее целостности увеличивает опасность его заражения плесенью и поражения микотоксинами. Поэтому при содержании битого зерна от 25% и больше норма ввода Мико Карба на 50% выше. Правильная обработка мико карбом жидким обеспечивает в течение длительного времени эффективную и надежную защиту зерна от заражения плесневыми грибами [79]. В таблице 27 показано влияние обработки Мико Карбом жидким (в дозе 1 л/т) на рост плесневых грибов в зерне влажностью 13,5%, заложенном на хранение в зернохранилища вместимостью 300 т.

Таблица 27. Влияние обработки зерна Мико Карбом на рост плесневых грибов, КОЕ/г (Ю. А. Пономоренко, 2007)

| Период хранения, недель | Зерно | |
|-------------------------|----------------------------------|--------------|
| | необработанное | обработанное |
| 0 | 110 | 110 |
| 3 | 3100 | 2100 |
| 8 | 91 000 | 2100 |
| 10 | Более 1 000 000 (плесневелое) | 1100 |

В то же время видимые признаки плесневения необработанного зерна проявляются уже через 10 недель.

Микопроф является наиболее практичным и надежным способом защиты зерна и готовых кормов от плесени. В ингибиторе плесени Микопрофа пропионовая кислота находится в составе специально разработанного компанией «Франклин» (Голландия) буферного комплекса, который позволяет использовать препараты без ущерба для оборудования и персонала. Входящие в состав Микопрофа кислоты – пропионовая, сорбиновая, уксусная, фумаровая и их соли – обладают определенными уровнями активности по отношению к плесневым грибам, дрожжам и бактериям. Каждая из упомянутых кислот имеет свои преимущества и недостатки по спектру ингибируемых микроорганизмов, удобству в обращении и стоимости. Используемые вместе в оптимально подобранных соотношениях, эти органические кислоты сохраняют свои преимущества и компенсируют индивидуальные недостатки. В Микопроф жидкий помимо вышеперечисленных компонентов входят также поверхностно активные вещества, которые способствуют лучшему распределению препарата в массе корма.

Микопроф (сухая и жидкая формы) предназначен для обработки зерна, шротов, жмыхов, отрубей, силоса, сенажа, комбикормов, используемых в кормлении крупного рогатого скота, свиней, кур-несушек и бройлеров. Он обеспе-

чивает защиту от плесени в течение длительного времени, предотвращает повторный рост плесневых грибов, нелетуч, не вызывает коррозию, сохраняет приятные запах и вкус корма, защищает его питательные свойства, способствует сохранению энергии в продукте, повышает продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы [79]. Норма ввода препарата Микопроф жидкий определяется исходя от влажности закладываемого на хранение зерна и планируемого срока его хранения. Для успешного хранения фуражного зерна при влажности 14% в течение 3–6 месяцев достаточно ввести 1 л препарата на тонну зерна. С увеличением срока хранения до 9–12 месяцев норма ввода добавки составляет 1,5–2 л на тонну зерна. При закладке на хранение зерна повышенной влажности рекомендуемые нормы определяются специалистами. Правильно обработанное данным препаратом зерно перед закладкой на хранение не требует перемешивания и вентиляции в процессе хранения. Норма ввода Микопрофа сухого – 500–1000 г/т кормового сырья или комбикорма.

Микокорм предназначен для защиты комбикормов от грибов, плесени и микотоксинов (на основе органических кислот и их солей). Они ингибируют рост микроорганизмов путем закисления цитоплазмы клетки, что приводит к гибели клетки. В ингибиторе плесени Микокорме жидком пропионовая кислота находится в составе специально разработанного компанией «Франклин» (Голландия) буферного комплекса, который не опасен для оборудования и персонала. Входящие в состав Микокорма пропионовая и фосфорная кислоты обладают определенным уровнем активности по отношению к плесневым грибам, дрожжам и бактериям. Данный препарат обладает следующими преимуществами: содержит активные ингредиенты против плесени. Он равномерно распределяется в комбикорме. Поверхностно активные вещества препарата снижают поверхностное натяжение, тем самым, облегчая проникновение влаги вовнутрь частицы корма. Микокорм жидкий обеспечивает защиту от плесени в течение длительного времени: понижает в 2 и более раза обсеменен-

ность корма спорами грибов и предотвращает повторный рост плесневых грибов [79]. Он не летуч и не вызывает коррозию, сохраняет его приятные запахи и вкус. Он вводится в корма вместе с водой. Ввод препарата осуществляется из расчета 350–1200 г/т корма. Максимальная дозировка вводимой смеси препарата с водой рекомендуется не более 2% массы корма. При длительном хранении кормов нужно увеличить норму ввода Микокорма.

Молд Карб ТВ представляет собой сыпучий порошок серого цвета, pH 5%-го водного раствора равен 6,0–7,0. Объемная плотность – 0,685 – 0,750 г/мл. Совместим со всеми ингредиентами кормов для животных. Молд Карб ТВ сухой – стабилизированный многокомпонентный препарат, в состав которого входят: связывающее вещество (гидросиликат магния – 75,8%), пропионат кальция – 8,9%, сорбиновая, фумаровая, молочная кислоты – 2,0%, эмульгатор – 2,0%, бутилгидроксианизол – 0,2%, носители – кремнезем, поваренная соль – 11,1 %. Биологические свойства препарата связывают микотоксины в желудочно-кишечном тракте, препятствуя их всасыванию в кишечнике, позволяют предохранять кормовое сырье и готовый комбикорм от поражения плесневыми грибами, препятствуют накоплению в них микотоксинов, продуктов окисления жиров, смягчают последствия микотоксикозов у животных и птиц. Гидросиликат магния является природным минералом и при попадании в желудочно-кишечный тракт животных и птиц не всасывается и в неизменном виде выделяется. Другие компоненты, входящие в состав Молд Карба ТВ сухого, являются натуральными или идентичными натуральным. Поэтому необходимости в их выведении нет, так как они полностью метаболизируются и их остатки не могут содержаться в продуктах животноводства. Препарат экономически эффективен: предотвращает потерю качества кормового сырья, улучшает сохранность, рост и продуктивность животных и птиц.

Используется в кормах для свиней, птицы, крупного рогатого скота, кроликов на всех стадиях производственного

цикла как добавка, предотвращающая последствия роста плесневых грибов [79].

Норма ввода – 2–5 кг/т корма. Сроки убоя животных и использование другой животноводческой продукции после применения препарата не ограничиваются. Хранить его следует в сухом, защищенном от солнечного света помещении при температуре от 0 до +30 °С.

Современный подход к проблемам, связанным с заражением кормов микотоксинами, включает в себя не только предотвращение роста и развития грибов и нейтрализацию их токсинов, но также снижение вреда от микотоксинов – улучшение продуктивности и усиление иммунного ответа у животных, получивших зараженный корм. Поэтому, помимо адсорбирующего действия – эффективный препарат против микотоксинов должен обладать иммуностимулирующим действием.

По мнению белорусских и зарубежных ученых, действенным путем снижения токсической нагрузки на животных является использование инертных компонентов, способных связывать микотоксины [18, 48, 51, 54, 66, 83, 97]. Существовало неправильное представление, что адсорбенты обезвреживают микотоксин в корме, что неверно. Когда пища поступает и переваривается в ЖКТ, микотоксины высвобождаются и транспортируются через кишечный эпителий, поступают в кровь и перемещаются к различным органам, вызывая клеточную дисфункцию. Если эффективный адсорбент содержится в корме, он связывает высвобожденные в ЖКТ микотоксины и они безопасно выделяются, предотвращается их всасывание и транспортировка к органам, сокращается доза поглощенного токсина до концентрации, которая не воздействует на организм животного.

Эффективность адсорбентов должна отвечать таким параметрам, как скорость и прочность связывания микотоксинов, степень адсорбции различных видов микотоксинов с разной молекулярной массой, структурой и полярностью, нормы ввода сорбента в зависимости от уровня токсичности и др.

Для снижения отрицательного влияния микотоксинов используются адсорбенты как минерального, так и органического происхождения (табл. 28).

Ранее в России, Украине, Беларуси среди адсорбентов наиболее популярными были минеральные/глинистые связующие компоненты, такие как алюмосиликаты, которые, как известно, способны связывать только один определенный микотоксин (обычно афлатоксин), т. е. обеспечивают ограниченную защиту. Такие препараты не эффективны против микотоксинов с разной молекулярной массой и полярностью. Кроме того они могут связывать наряду с афлатоксинами и питательные вещества (микроэлементы и витамины).

Использование модифицированных глюкоманнанов в качестве адсорбентов – следующая ступень в борьбе с микотоксинами после применения алюмосиликатов и др. неорганических адсорбентов.

Микосорб специфически обладает широким спектром действия. Высокая природная способность Микосорба адсорбировать микотоксины позволяет продукту адсорбировать широкий спектр микотоксинов, присутствующих в высоких концентрациях. Кроме того он способен адсорбировать микотоксины в течение 30 мин после кормления. В связи с тем, что абсорбция микотоксинов в кровь происходит в тонком кишечнике, очень важно, чтобы адсорбент действовал быстро. Любая последующая абсорбция после прохождения тонкого кишечника не имеет большого значения, так как основное количество потребленных с кормом микотоксинов уже попало в кровь и вызвало повреждения органов, угнетение иммунной системы и нарушения в репродуктивной системе.

Так, в серии опытов по изучению негативного влияния фузариевых микотоксинов на птицу Смит Т. доказал эффективность применения глюкоманнанового адсорбента микотоксинов Микосорба благодаря связыванию нескольких микотоксинов одновременно (афлатоксин, ДОН, охратоксин, патулин и зеараленон).

Таблица 28. Препараты, адсорбирующие микотоксины (Классификатор сырья и комбикормовой промышленности, 2010 и дополнения, разные литературные источники)

| Препарат | Составляющие компоненты | Спектр действия | Животные |
|---------------------|---|--|-----------------------------|
| Сорбатокс | Алюмосиликат (неорганический адсорбент) | Узкий спектр (афлатоксин) | Все виды животных |
| Карбовет | Природный уголь | Узкий спектр | Все виды животных |
| Молд карб ТВ | Смесь неорганических адсорбентов, органических кислот и их солей | Узкий спектр | КРС, свиньи, кролики, птица |
| Микасол | Глюкановые углеводы | Широкий спектр действия | Все виды животных |
| Микосорб | Модифицированные глюко-манны (полисахариды из клеточной стенки дрожжей) | Широкий спектр действия (афлатоксин В ₁ , охратоксин А, зеараленон, Т-2 токсин, DON, пагулин) | Все виды животных |
| Токсипол | Бентониты, стенки дрожжей, | Широкий спектр действия | Все виды животных |
| Микофикс Плюс 3,0 | Смесь минеральных веществ, ферменты, бактериальный штамм, фитогенные и фикофитиновые компоненты | Широкий спектр действия (полярные микотоксины, трихотецены) | Все виды животных |
| Микофикс Селект 3,0 | Неорганический адсорбент, бактериальный штамм, БАВ | Широкий спектр действия (полярные микотоксины, трихотецены) | Свиньи, птица |

| Препарат | Составляющие компоненты | Спектр действия | Животные |
|------------|---|--|-------------------|
| Элитокс | Алюмосиликат, хитозан, ферментный комплекс, БАВ (витамины, натуральные экстракты) | Широкий спектр (полярные (афлатоксин, фумонизины) и неполярные микотоксины (зеараленон, охратоксин А, трихотецены) | Все виды животных |
| МТокс Плюс | Модифицированная глина, стенки дрожжей, водоросли | Широкий спектр (микотоксины и эндотоксины) | Все виды животных |

Эмбриональная смертность в контроле составляла 5,4% в контаминированных кормах – 21,5%, в то же время в кормах с Микосорбом – 2,3% [97].

Употребление бройлерами и курами-несушками комбимосмесей, состоящих из естественно-контаминированных ингредиентов, снижало темпы роста и яичной продуктивности (табл. 29).

Таблица 29. Влияние микотоксинов и Микосорба на продуктивность птицы

| Контаминация корма | Прирост живой массы бройлеров, г/голову | | Яйценоскость кур-несушек, % | | |
|------------------------|---|------------|-----------------------------|---------|---------|
| | 0–21 день | 21–42 день | 1 месяц | 2 месяц | 3 месяц |
| Контроль | 435 | 1683 | 95 | 90 | 90 |
| Микотоксины | 386 | 1481 | 81 | 82 | 84 |
| Микотоксины + Микосорб | 392 | 1534 | 90 | 89 | 87 |

В настоящее время представлены новые научно-обоснованные решения проблемы микотоксинов. Изучена также эффективность глины, природного угля, глюкомананнов (клеточных стенок дрожжей). Однако, к примеру, Сорбатокс (на основе алюмосиликатов), Карбовет (на основе природного угля) имеют узкий спектр действия, адсорбируя ту или иную группу микотоксинов.

В препарате **Микасол** глюкановая фракция клеточной стенки дрожжей (полисахариды стенки дрожжевой клетки разделяется на различные компоненты) обработана химическим таким образом, чтобы специфически связывать микотоксины и не связывать витамины и минералы. Препарат прошел широкую апробацию [35].

В составе **Миколада** включена гидролизованная фосфориллированная клеточная стенка дрожжей и специфический бета-глюкан, которые адсорбируют афлатоксин, Т-2 токсин, зеараленон и др., связывает патогенные бактерии.

В результате исследований, проведенных В. П. Колеснем, В. П. Кравцевичем в Гродненском государственном аграр-

ном университете (2011), установлено более высокое продуктивное действие адсорбента Миколад (0,3–1,0/т комбикорма), в сравнении с Адсорбином (разрешенном в Беларуси), который может стать последнему альтернативой [48]. Как утверждают разработчики, препарат не сорбирует витамины, аминокислоты и другие БАВ содержимого ЖКТ животных.

Комбинация минеральных и органических сорбентов в **Токсиполе** позволяет связывать широкий спектр микотоксинов. Минеральные сорбенты – бентониты и органический сорбент – очищенные стенки клеток модифицированных дрожжей, являющиеся также иммуностимулятором, повышают резистентность организма животных и в том числе птиц [97].

Токсипол нейтрализует афлатоксины, охратоксины, зеараленон, фумонизины, трихотецены в течение всего срока хранения кормов. Препарат улучшает продуктивность и сохранность животных, в том числе птиц, увеличивает эффективность использования кормов. Оптимальная норма ввода Токсипола составляет: стартовый рацион – 0,5–2 кг/т; ростовой и финишный рационы – 0,5–1 кг/т; при сильном поражении корма микотоксинами – 1–4 кг/т корма.

Микофикс® Плюс 3,0 состоит из 5 компонентов, сочетание которых позволяет не только стабильно связывать зеараленон, другие трихотецены путем адсорбции, но также дезактивировать их путем ферментативного разложения, заселения микроорганизмами, добавления фитоэкстрактов и др. БАВ.

1. Синергическая смесь минеральных веществ, обработанных и активированных для селективной адсорбции микотоксинов. Микотоксины с определенной локализацией полярных функциональных групп, например, афлатоксин, подвергаются дезактивации из-за специфического связывания с адсорбирующими компонентами Микофикс® Плюс 3,0. Процесс активации адсорбирующей поверхности и специально выбранный размер пор частиц минерального вещества наделяют Микофикс® Плюс 3,0 возможностями селективного и стабильного связывания.

2. Биологический компонент, способный инициировать распад молекулярной структуры токсинов *Fusarium* за счет отщепления отдельных функциональных групп. Метаболиты таких реакций нетоксичны и абсолютно безопасны для организма.

Способ действия. Поскольку некоторые микотоксины не могут достаточно эффективно адсорбироваться, Микофикс® Плюс 3,0 был дополнен биологическим компонентом, который в состоянии разрушать такие микотоксины (ферментативное разложение). Гидролиз эфирных соединений зеараленона, а также распад 12, 13-эпокси-группы в трихотеценах приводят к нетоксичным и абсолютно безопасным метаболитам.

3. Бактериальный штамм BBSH 797. Данный штамм заселяет кишечный тракт и формирует ферментативную систему, которая обеспечивает биопревращение микотоксинов в нетоксичные метаболиты. Кроме того, за счет конкурентного вытеснения BBSH 797 активно препятствует заселению кишечного тракта патогенными бактериями. За счет этого Микофикс® Плюс 3,0 снижает количество опасных реагентов, которые усиливают негативное воздействие микотоксинов и обеспечивает эффект стимулирования роста даже при отсутствии микотоксинов.

4. Фитоэкстракты – смесь, которая гепатозащитный эффект за счет блокирования клеточных рецепторов печени, препятствует прохождению токсинов через мембрану клеток печени. Комплексы терпеноидов снижают воспалительные эффекты и защищают слизистую оболочку.

5. Фикофитиновые компоненты усиливают естественную иммунную реакцию организма и компенсируют угнетающее воздействие микотоксинов на иммунитет, стимулируют синтез рибонуклеиновых кислот, а также преобразование и катаболизм аминокислот, которые являются определяющими факторами клеточного размножения.

Элитокс содержит ферментный комплекс, придающий ему особые свойства и значительно расширяющий его спектр действия. Все микотоксины по химической структуре подразделяются на полярные и неполярные. Последние (охра-

токсин А, зеараленон, трихоцетены) практически не связываются адсорбентами микотоксинов и поэтому считаются особо опасными для птицы и животных. Элитокс содержит высокоспецифичные в отношении микотоксинов ферменты – оксидазы, лактоназы и др. Они взаимодействуют с микотоксинами соответствующих групп (реакции трансформации или дегидратации) и образуют нетоксичные экологически безопасные метаболиты. Ферменты Элитокса стабильны в процессе приготовления корма и эффективны в условиях пищеварительного тракта (температура, рН). Их действие начинается с момента попадания корма в ротовую полость, что значительно снижает вероятность всасывания микотоксинов в организм. Биополимер адсорбент органического происхождения, представляющий собой специфическую дезацетилированную форму хитозана. Но в составе Элитокса химическая формула хитозана была доработана особым способом, благодаря чему его свойства связывать полярные и неполярные микотоксины значительно усилились. Следует также отметить, что хитозан обладает выраженными антибактериальными и противогрибковыми свойствами. Он проявляет высокую активность в отношении таких микроорганизмов как *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Fusarium oxysporum* и таким образом предупреждает распространение патогенной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте. Неорганический адсорбент – специально подобранная смесь минералов с выраженными микотоксин-связывающими свойствами – гидратированные натрий-кальций-алюмосиликаты. Их особая кристаллическая структура, создающая «эффект клетки», и ионные свойства позволяют активно связывать широкий спектр микотоксинов (афлатоксин, фумонизины пр.), образуя при этом комплексы, устойчивые к изменениям рН. При этом они не взаимодействуют с питательными компонентами корма – аминокислотами, витаминами и т. д. Биополимер и минеральные адсорбенты подобраны в составе элитокса в оптимальной

комбинации, которая была определена путем проведения многочисленных тестов. Натуральные экстракты витамины в композиции элитокса обладают разносторонним действием. Они улучшают поедаемость корма, стимулируя работу пищеварительных желез и активность пищеварительных ферментов. Как элементы патогенетической терапии обладает выраженными гепатопротекторными и антистрессовыми свойствами. Активизируя биохимические процессы, они стимулируют работу иммунной системы, повышают активность проявления защитных реакций организма и его естественную резистентность. Благодаря этому животные (птица) значительно легче переносят воздействие микотоксинов, и их негативное действие в гораздо меньшей степени отражается на таких важных показателях, как продуктивность, заболеваемость и сохранность. Если содержание микотоксинов в корме оценивается как небольшое, препарат применяют в профилактической дозировке – 0,5 кг/т корма. В случае проявления клинических признаков микотоксикозов рекомендуется использовать 1–2,5 кг/т Элитокса [18].

Исследования французских ученых привели к созданию нового препарата **Мтокс+**. Множество научных разработок показывали адсорбционные свойства специфичных глин к органическим молекулам. Изучив сначала свойства определенных сортов глин, адсорбирующих эндотоксины и микотоксины (экзотоксины), они изобрели производственный процесс, в результате которого расширен доступ к каталитически активным точкам внутренней структуры глин и увеличена площадь контактной поверхности более чем в 10 раз [79].

Целью разработок явилось изменение структуры специфической глины *монтмориллонит* посредством проникновения экстракта морских водорослей в пространство между слоями данной глины. Процесс помещения «столба» морских водорослей между слоями глин происходит, как утверждают разработчики, на молекулярном уровне. Этот процесс прибавления морских водорослей, имеющих свойства в определенных условиях модифицировать структуру

монтмориллонита, привел к созданию нового гибридного материала, который был назван амадеит. Прибавляя амадеит в препарат Мтокс+, были увеличены адсорбционные свойства препарата против эндотоксинов и, особенно против микотоксинов, присутствующих в кормах.

Благодаря комбинированному эффекту и других активных составляющих (амадеит, монмориллонит, диатомит, оболочки сахаромецетов и других дрожжевых культур) Мтокс+ особенно эффективен для адсорбции микотоксинов в кормах при значительном их заражении (табл. 30).

Таблица 30. Дозировка адсорбента микотоксинов Мтокс+ для птиц, свиней или крупного рогатого скота в количестве в зависимости от уровня заражения корма (Ю. А. Пономоренко, 2007)

| Микотоксин | Низкое заражение | Доза Мтокс+ | Среднее заражение | Доза Мтокс+ | Доза МТокс+ |
|-------------|------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| Афлатоксин | < 40 ppb | 0,5 кг/т | 40–100 ppb | 1 кг/т | 2 кг/т |
| Зеараленон | < 250 ppb | 0,5 кг/т | 250–500 ppb | 1 кг/т | 2 кг/т |
| Трихотецены | < 200 ppb | 0,5 кг/т | 200–600 ppb | 1 кг/т | 2 кг/т |
| Фумонизин | < 500 ppb | 0,5 кг/т | 500–1500 ppb | 1 кг/т | 2 кг/т |
| Охратоксин | < 100 ppb | 0,5 кг/т | 100–500 ppb | 1 кг/т | 2 кг/т |

Рекомендуют препарат Мтокс+ перед использованием тщательно смешивать с кормом для птиц, свиней или крупного рогатого скота в количестве в зависимости от уровня заражения корма.

Сорбатокс представляет собой смесь компонентов дрожжевой стенки с алюмосиликатами, обработанными по современным технологиям, что значительно повышает адсорбирующее действие препарата.

На основании результатов исследования сделаны следующие выводы: ввод в загрязненные микотоксинами комби-корма разных уровней (1 и 2 кг/т) кормовой добавки сорбитокс положительно повлиял на сохранность и живую массу цыплят-бройлеров.

Хронический микотоксикоз сочетанного типа, вызванный скармливанием птице высокотоксичного корма (сум-

марная токсичность 15,2 ПДК), характеризовался снижением сохранности поголовья – 18,5% [79]. Сохранность птицы в опытных группах, получавших Сорбатокс, имела выраженную тенденцию к повышению на 7,0 и 9,7 % в зависимости от уровня ввода препарата в комбикорм (с 1 до 2 кг на тонну).

Влияние микотоксинов негативно сказалось на интенсивности роста опытной птицы. Живая масса цыплят-бройлеров группы, которой скармливали высокотоксичный корм, оказалась достоверно ниже в конце периода выращивания – на 21,8%. Птица, страдающая хроническим микотоксикозом, лучше усваивала и использовала питательные вещества из контаминированных комбикормов, в составе которых был Сорбатокс, чем цыплята-бройлеры, потреблявшие корма, но без адсорбента. Средняя живая масса бройлеров, получавших с комбикормом Сорбатокс, заметно увеличивалась по сравнению с контрольной группой на 3,7% и 5,9 и 12,2%. Однако при том же уровне токсичности более выраженная позитивная динамика отмечена в группе птицы, которой давали максимальное количество Сорбатокса (2 кг/т). В результате бройлеры опытных групп эффективнее использовали питательные вещества корма за продуктивный период выращивания, поэтому оплата корма продукцией в этих группах была выше.

Таким образом, экономическая эффективность производства повышается посредством исключения физиологических расстройств, связанных с действием микотоксинов, содержащихся в кормах.

Потребность отслеживать уровни микотоксинов в сырье, комбикорме и продуктах питания указывает на серьезность этой проблемы. Для предотвращения воздействия микотоксинов на животных и человека через зараженное растение, корм или продукты животноводства их количество регламентировано.

Проблема микотоксинов и связанных с ними болезней – микотоксикозов выходит за пределы отдельных стран, и значительное внимание ей уделяют Продовольственная и сельскохозяйственная организации ООН (ФАО), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), а также Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). В Евросоюзе существуют регламент комиссии (ЕС) № 1881/2006 от 19 декабря 2006 г., устанавливающий максимальные остаточные уровни отдельных контаминантов в пищевых продуктах.

В России в качестве наиболее опасных микотоксинов, контаминантов пищевой продукции и продуктов питания, регламентируются *СанПин*: Т-2 токсин, афлатоксин В₁, и М₁, дезоксиниваленол, патулин, а также зеараленон. В кормах, кроме перечисленных микотоксинов, регламентируется также охратоксин А (*Правила сертификации кормов, 1994*).

В Беларуси нормативные требования изложены в СанПиН «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 9 июня 2009 г. № 63 (новая редакция СанПиН 11 63 РБ 980; «Единых санитарных требований», утвержденных решением № 299 Комиссии Таможен-

ного союза; а также «*Ветеринарно-санитарных правилах обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов*», которые были утверждены в новой редакции постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 20 мая 2011 г. № 33 с целью обеспечения их безопасности для животных. «Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов» (далее – Правила) разработаны на основании абзаца пятого части второй статьи 9 Закона Республики Беларусь от 2 июля 2010 г. «О ветеринарной деятельности» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2010 г., № 170, 2/1713) и пункта 5 Положения о Министерстве сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2001 г. № 1590 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 16 ноября 2001 г. № 106, 5/9344).

Правила распространяются на корма, кормовые добавки и сырье для производства комбикормов производимые в Республике Беларусь и импортируемые в страну.

4.1. Международные нормативные требования к качеству и предельному содержанию микотоксинов в кормовом сырье и кормах растительного происхождения

Большинство ученых склоняется к мысли, что безопасного уровня микотоксинов не существует. В. М. Голушко и др. (2010) считают, что в случае загрязнения зерна микотоксином его нельзя использовать на корм поросятам, молодняку первого периода откорма и племенному стаду [30]. В случае острой необходимости использования загрязненного зерна его следует смешивать с не зараженным грибами и микотоксинами зерном и скармливать в ограниченных количествах, не выходя за предельно допустимые концентрации (ПДК) в комбикормах и только свиньям на завершающем откорме (табл. 31).

Таблица 31. Предельно допустимое содержание микотоксинов (ПДК) в комбикормах для свиней (В. М. Голушко, 2010)

| Наименование микотоксинов | ПДК, мг/кг | |
|---|--------------------------------------|-------------------------|
| | Свиноматки, поросята до 30-дн. возр. | Остальные группы свиней |
| Афлатоксин В ₁ (У ₁) | 0,01 | 0,05 |
| Зеараленон | 0,5 | 1,0 |
| Фумонизин В ₁ | 10,0 | 10,0 |
| Т-2 токсин | 0,1 | 0,25 |
| Дезоксиниваленол | 0,25 | 1,0 |
| Охратоксин А | 0,02 | 0,05 |

Но в любом случае при использовании загрязненного микотоксинами зерна нельзя превышать максимально допустимые уровни (МДУ) их содержания в комбикормах для всех видов животных и птиц.

А. В. Иванов и др. (2010), Д. Диаза (2006) считают, что величины ПДК весьма условны, т. к. их определяют с использованием химически чистых микотоксинов, при этом нельзя забывать, что естественно загрязненный корм может быть более токсичным [66, 67].

В России официально утверждены предельно допустимые концентрации (ПДК) для большинства микотоксинов, контроль которых в кормах и кормовом сырье обязателен (табл. 32).

Таблица 32. ПДК и толерантные уровни основных микотоксинов в комбикормах (В. И. Фисинин, 2004)

| Наименование | ПДК, мг/кг | МДД, мг/кг |
|---------------------------|------------|------------|
| Афлатоксин В ₁ | 0,025 | 0,25 |
| Т-2 токсин | 0,1 | 4,0 |
| Дезоксиниваленол | 1,0 | 10–20 |
| Охратоксин А: | | |
| для цыплят-бройлеров | 0,3 | – |
| для кур-несушек | 0,5 | 2,0 |

Предполагается, что при содержании микотоксинов в кормах ниже ПДК у птицы не обнаруживается остатков токсинов в тканях и не проявляется их отрицательное действие на продуктивность и здоровье [90].

Многочисленными исследованиями определены также толерантные уровни содержания микотоксинов в кормах, иначе называемые *минимальной действующей дозой* (МДД). При содержании микотоксинов выше МДД отмечается заметное угнетение роста цыплят и снижение продуктивности кур.

В настоящее время эти уровни могут существенно различаться в зависимости от страны, хотя многие международные организации и учреждения пытаются достичь универсальной стандартизации нормативных ограничений для микотоксинов (табл. 33).

Таблица 33. Предельно допустимое содержание микотоксинов (ПДК) в комбикормах для птицы, мг/кг (А. Ромашко, 2010)

| Наименование микотоксина | Беларусь | Украина | ЕС | США | Россия |
|---------------------------|------------|---------|-------|--------|---------|
| Афлатоксин В ₁ | 0,01–0,025 | 0,025 | 0,05 | 0,02** | 0,025 |
| Фумонизин В ₁ | 5,0 | н. д. | 20,0 | н. д. | н. д. |
| Т-2 токсин | 0,1 | 0,2 | н. д. | 1,0 | 0,1 |
| ДОН | 0,7–1,0* | 1,0 | 5,0 | 5,0 | 1,0 |
| Охратоксин А | 0,02–0,05 | н. д. | 0,1 | 2,0 | 0,3–0,5 |

* – в зависимости от возраста и вида птицы; ** – нормируется содержание афлатоксинов В₁, В₂, G₁, G₂; н. д. – нет данных

А. Ромашко (2010) отмечает, что, во-первых, *предельно допустимые концентрации* (ПДК) микотоксинов были разработаны более 10 лет назад по результатам изучения одиночных микотоксинов без учета их взаимодействия; во-вторых, при определении ПДК не были учтены особенности современных кроссов птицы и пород животных [83].

Корма, в которых содержатся микотоксины, обладающие острым дермонекротическим действием (Т-2 токсин) выше

ПДК, прекращают скармливать, либо смешивают с неконтаминированным кормом до содержания микотоксинов ниже безопасного уровня.

4.2. Ветеринарно-санитарные правила Республики Беларусь

В «Ветеринарно-санитарных правилах обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов» повысились требования по ограничению содержания в кормах микотоксинов [24]. Так, по новым нормам ВСП в зерновых кормах – зерне, зерносмесях из зерна, плющеном зерне и др., количество Т-2 токсина не должно превышать 0,06 мг/кг (ранее – 0,1), охратоксина А – 0,005 (ранее – 0,05), афлатоксина В₁ – 0,002 (ранее – 0,025), зеараленона – 0,1 (ранее – 1,0). Минимально-токсическая доза фумонизина В₁ – 5,0 мг/кг корма (кукуруза), ДОН – 1,0 мг/кг корма. Нормируются при микробиологическом исследовании кормов грибы (содержание спорыньи, головни и фузариозных зерен), а также бактерии родов *Escherichia*, *Salmonella* в определенной массе продукта, указанной в ВСП (Глава 1 раздел 4 «Зерновые корма»).

Требования настоящих Правил обязательны для исполнения юридическими лицами независимо от форм собственности, ведомственной принадлежности и индивидуальными предпринимателями, занимающимися производством, хранением, транспортировкой и реализацией кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов.

Согласно «Ветеринарно-санитарным правилам обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов» (2011) предъявляются следующие основные требования:

– состав и свойства кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов, характеризующих их безопасность для животных, определяются по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим и радиоло-

гическим показателям, содержанию потенциально опасных химических элементов, соединений и биологических объектов, нормативные показатели и допустимые уровни их содержания в заданной массе (объеме) исследуемого продукта;

– органолептические свойства кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов определяются показателями цвета, запаха, консистенции, внешнего вида, характерными для каждого их вида. Требования, которым должны соответствовать органолептические свойства устанавливаются в соответствующих ТНПА.

На основании органолептического анализа считаются недоброкачественными и запрещается использовать для фуражных целей:

1) зерно с гнилостным запахом, цвет эндосперма коричневый (IV степень порчи);

2) силосованные корма, местами покрытые грибными налетами различного цвета в зависимости от вида гриба – красный (*Fusarium*), зеленый различных оттенков (*Aspergillus*, *Penicillium*), черный (*Alternaria*);

3) сено и солома, содержащие в неспрессованном виде 10% кип с прослойкой заплесневелой соломы (сена) с затхлым запахом;

4) комбинированные корма, отруби, мучка кормовая с затхлым или плесневым запахом, а подвергшиеся самосогреванию – комковатые;

5) мякина, жмыхи и шроты с затхлым, плесневым или гнилостным запахом, часто с измененным цветом.

Также запрещается использовать для фуражных целей: зернофураж III степени порчи (применяют на технические цели); а зернофураж IV степени порчи уничтожают. Корма, подлежащие уничтожению или идущие на технические цели по результатам органолептического исследования, не подвергаются токсико-микологическому анализу.

Для решения спорных вопросов по качеству кормов между потребителями и изготовителями (арбитражные анализы) должны использоваться гостированные методы анализов (прил. 3).

Зерно и продукты его переработки должны соответствовать требованиям **ГОСТ «ЗЕРНО»**: 13586.3-83, ГОСТ 30483-97, 13496.11-74 13496.7-97 и приготавливаться по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

Зеленые корма оцениваются в соответствии с требованиями **ГОСТ 27978-88 – «КОРМА ЗЕЛЕННЫЕ»** и приготавливаться по технологической документации, утвержденной в установленном порядке. Стандарт распространяется на зеленые корма, выращенные в сельскохозяйственных предприятиях. Для проверки соответствия качества зеленого корма требованиям стандарта от партии корма отбирают выборку не менее 4 кг. Отбор проб зеленых кормов проводится по **ГОСТ 27262**.

Из объединенной пробы выделяют методом деления квадрата часть пробы, масса которой после высушивания до воздушно-сухого состояния должна быть не менее 100 г.

Силос должен соответствовать требованиям **СТБ 1223-2000 «СИЛОС ИЗ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ»** и приготавливаться по технологической документации, утвержденной в установленном порядке, с применением консервантов и азотсодержащих веществ или без них. Стандарт распространяется на силос из свежескошенных или провяленных (до влажности 70–75%) многолетних и однолетних кормовых растений и на силаж (смесь свежескошенных бобовых и провяленных злаковых трав до влажности 40–45%), в соотношениях 1:1–3:1.

Требования стандарта обязательны для всех субъектов хозяйствования на территории Республики Беларусь при производстве и использовании силоса.

Сенаж должен заготавливаться в соответствии с требованиями **ГОСТ 23637-90 – «СЕНАЖ»**. Стандарт распространяется на сенаж из провяленных (до влажности 40–55%) многолетних и однолетних трав и их смесей.

Правильный отбор средней пробы является очень важным моментом, от которого зависит достоверность результатов обследования качества кормов (ГОСТ 13586.3-83 «Зерно».

Правила приемки и методы отбора проб», ГОСТ 27262-87 «Корма растительного происхождения»

Действующая нормативная документация по методам определения содержания микотоксинов в зерновых и зернобобовых культурах и продуктах их переработки представлена в таблицах 34–36.

Таблица 34. Основные показатели зерновых кормов (зерно, зерно плющенное, зерносмеси из зерна) (ВСП, 2011)

| Наименование показателя | Допустимый уровень, не более |
|---|------------------------------|
| Органолептические показатели | |
| Посторонний запах (затхлый, солодовый, плесневый) | Не допускается |
| Массовая доля масляной кислоты не более, % | 0,2 (для плющенного зерна) |
| Предельно допустимое содержание микотоксинов в кормах, мг/кг | |
| Дезоксиниваленол (вомитоксин) | 1,0 |
| T-2 токсин | 0,06 |
| Зеараленон | 0,1 |
| Охратоксин А | 0,005 |
| Афлатоксин В ₁ | 0,002 |
| Фумонизин В ₁ | 5,0 (кукуруза) |
| Микологические и бактериологические показатели | |
| Спорынья и головня, мг/кг | 0,1 |
| Сальмонеллы в 25 г | Не допускается |
| Энтеропатогенные типы кишечной палочки в 1 г | Не допускается |
| Содержание фузариозных зерен не более, % | 1,0 |

Таблица 35. Основные показатели зернобобовых кормовых культур (ВСП, 2011)

| Токсичность | Допустимый уровень, не более |
|---|------------------------------|
| Органолептические показатели | |
| Посторонний запах (затхлый, солодовый, плесневый) | Не допускается |

| Токсичность | Допустимый уровень, не более |
|---|------------------------------|
| Микологические и бактериологические показатели, КОЕ/г | |
| Сальмонеллы в 25 г | Не допускается |
| Энтеропатогенные типы кишечной палочки в 1 г | Не допускается |
| Содержание микотоксинов, мг/кг, не более: | |
| Афлатоксин В ₁ | 0,002 |
| Охратоксин А | 0,005 |
| Т-2 токсин | 0,06 |
| Дезоксиниваленол (вомитоксин) | 1,0 |
| Зеараленон | 0,1 |

Таблица 36. Основные показатели шротов и жмыхов (ВСП, 2011)

| Наименование показателя | Допустимый уровень, не более |
|---|------------------------------|
| Микологические и бактериологические показатели, КОЕ/г | |
| Сальмонеллы в 25 г | Не допускаются |
| Энтеропатогенные типы кишечной палочки в 1 г | Не допускается |
| Содержание микотоксинов, мг/кг, не более: | |
| Дезоксиниваленол (вомитоксин), мг/кг | 1,0 |
| Т-2 токсин, мг/кг | 0,1 |
| Зеараленон, мг/кг | 1,0 |
| Охратоксин А, мг/кг | 0,05 |
| Афлатоксин В ₁ , мг/кг | 0,025 |
| Фумонизин В ₁ , мг/кг | 2,5 (кукуруза) |
| Сальмонеллы в 25 г | Не допускаются |
| Энтеропатогенные типы кишечной палочки в 1 г | Не допускаются |

Контроль показателей безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов осуществляется:

- при разработке ТНПА и постановке их на производство – по показателям безопасности в соответствии с настоящими Правилами;
- при проведении регистрации и декларировании – по показателям ТНПА и настоящих Правил;

- при осуществлении государственного ветеринарного надзора – по усмотрению органов, осуществляющих надзор по показателям ТНПА и настоящих Правил;

- при производстве комбикормов – по показателям в соответствии со схемами контроля организации, согласованными с районными, городскими (городов областного и районного подчинения) ветеринарными станциями;

каждой партии импортируемых кормов, кормовых добавок, сырья и комбикормов для производства по показателям, указанным в таблицах 37–39.

Таблица 37. Основные показатели комбикормов для птицы (ВСП, 2011)

| Наименование показателя | Допустимый уровень, не более | |
|---|------------------------------|------------------------|
| | молодняк и яйценоская птица* | остальные группы птицы |
| Органолептические показатели | | |
| Посторонний запах (гнилостный, плесневый, затхлый) | Не допускается | Не допускается |
| Предельно допустимое содержание микотоксинов в кормах, мг/кг | | |
| Дезоксиниваленол (вомитоксин) | 0,7 | 1,0 |
| T-2 токсин | 0,05 | 0,1 |
| Зеараленон, | 1,0 | 2,0 |
| Охратоксин А | 0,01 | 0,05 |
| Афлатоксин В ₁ | 0,01 | 0,02 |
| Фумонизин В ₁ | 5,0 | 5,0 |
| Микологические и бактериологические показатели | | |
| Содержание спорыньи, мг/кг | Не допускается | |
| Содержание гриба <i>Aspergillus fumigatus</i> , спор/г не более | 1×10 ³ * | |
| Сальмонеллы в 25 г | Не допускается | |
| Энтеропатогенные типы кишечной палочки в 1 г | Не допускается | |
| Анаэробы в 1 г | Не допускается | |
| Энтерококки в 1,0 г | Не допускается | |
| Бактерии рода протей в 1 г | Не допускается | |
| Патогенные пастереллы в 25 г | Не допускается | |

Примечание: *цыплята до 90 дней, бройлеры до 30 дней, утята до 55 дней, гусята до 65 дней, индюшата до 60 дней и куры несушки

Таблица 38. Основные показатели комбикормов для свиней (ВСП, 2011)

| Наименование показателя | Допустимый уровень, не более | |
|---|----------------------------------|-------------------------|
| | свиноматки, поросята до 1 месяца | остальные группы свиней |
| Органолептические показатели | | |
| Посторонний запах (гнилостный, плесневый, затхлый) | Не допускается | Не допускается |
| Микологические и бактериологические показатели | | |
| Содержание спорыньи, мг/кг | Не допускается | |
| Сальмонеллы в 25 г | Не допускается | |
| Энтеропатогенные типы кишечной палочки в 1 г | Не допускается | |
| Анаэробы в 1 г | Не допускается | |
| Энтерококки в 1 г | Не допускается | |
| Бактерии рода протей в 1 г | Не допускается | |
| Патогенные пастереллы в 2 г | Не допускается | |
| Предельно допустимое содержание микотоксинов в кормах, мг/кг | | |
| Дезоксиниваленол (вомитоксин) | 0,25 | 1,0 |
| Охратоксин А | 0,01 | 0,05 |
| Афлатоксин В ₁ | 0,01 | 0,05 |
| Фумонизин В ₁ | 5,0 | 5,0 |

Таблица 39. Основные показатели комбикормов для крупного рогатого скота (ВСП, 2011)

| Наименование показателя | Допустимый уровень, не более | |
|---|------------------------------|--|
| | коровы и телята до 6 месяцев | производители, откорм, телята старше 6 месяцев |
| Органолептические показатели | | |
| Посторонний запах (плесневый, затхлый, гнилостный) | Не допускается | Не допускается |
| Предельно допустимое содержание микотоксинов в кормах, мг/кг | | |
| Дезоксиниваленол (вомитоксин) | 1,0 | 2,0 |
| Т – 2 токсин, | 0,1 | 0,4 |
| Охратоксин А | 0,1 | 0,1 |
| Афлатоксин В ₁ | 0,02 | 0,02 |
| Зеараленон | 1,0 | 2,0 |
| Микологические и бактериологические показатели, КОЕ/г: | | |
| Содержание спорыньи, %, не более | Не допускается | |

Обеспечение безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов для всех видов сельскохозяйственных животных, птицы, направлено на сохранение их здоровья, продуктивности, воспроизводительной функции и получение продовольственного сырья и пищевых продуктов животного происхождения, соответствующим требованиям технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА).

Оценка качества кормов проводится по целому ряду параметров, среди которых важное место занимают микробиологические показатели. Например, нормируемые по правилам бактериологического исследования кормов бактерии родов *Salmonella*, *Escherichia*, *Clostridium*, *Proteus*, *Pseudomonas* и др., а также плесневые грибы и дрожжевые грибы рода *Candida* представляют серьезную опасность для здоровья сельскохозяйственных животных.

Как видно из таблиц 37–39, наличие патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, протей, пастерелл, энтеропатогенных типов кишечной палочки в комбикормах не допускается.

Плесневение, как уже отмечалось, служит признаком плохого качества зернофуража (продуктов его переработки), силоса, сенажа, сена. Такие корма должны выбраковываться.

В таблице 40 представлены обязательные требования к грубым кормам из кормовых растений, направленные на обеспечение безопасности для животных и охраны окружающей среды.

Таблица 40. Основные показатели сочных и грубых кормов (зеленые корма, силос, сенаж) (ВСП, 2011)

| Наименование показателя | Допустимые уровни, мг/кг |
|--|--------------------------|
| 1. Сочные корма | |
| 1.1 Зеленые корма | |
| Посторонний запах (затхлый, плесневый, гнилостный) | Не допускается |
| 1.2 Силос | |
| Посторонний запах (затхлый, плесневый, гнилостный) | Не допускается |

| Наименование показателя | Допустимые уровни, мг/кг |
|--|--------------------------|
| Консистенция (мажущаяся) | Не допускается |
| Наличие плесени | Не допускается |
| Массовая доля масляной кислоты, %, не более | 0,3 |
| Соотношение уксусной кислоты среди всех кислот, %, не более | 50,0 |
| 1.3 Сенаж | |
| Посторонний запах (затхлый, плесневый, гнилостный) | Не допускается |
| Консистенция (мажущаяся) | Не допускается |
| Наличие плесени | Не допускается |
| Массовая доля масляной кислоты, %, не более | 0,2 |
| 1.4 Сено, солома | |
| Посторонний запах (затхлый, плесневелый) | Не допускается |
| Наличие плесени | Не допускается |
| Пораженность грибом <i>Stachybotrys</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Dendrodochium</i> | Не допускается |

Ввозимые на территорию Республики Беларусь корма, кормовые добавки и сырье для производства комбикормов должны отвечать требованиям настоящих Правил и законодательства Республики Беларусь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация генетического потенциала продуктивности сельскохозяйственных животных достигается только в условиях полноценного кормления. Особенности заготовки и хранения кормов при организации интенсивных технологий в молочном и мясном скотоводстве заключаются в производстве безопасных кормов с высокой протеиновой и энергетической питательностью. В связи с этим возрастающий интерес к контаминантам, присутствующим в кормах и продуктах животного происхождения, обусловлен их негативным влиянием не только на обмен веществ и продуктивность животных, а через растениеводческую и животноводческую продукцию – и на здоровье человека.

Вредные соединения образуются на разных стадиях производства кормов в условиях обострения фитосанитарной ситуации. Возбудители болезней зерновых и других кормовых культур могут быть также болезнетворными для сельскохозяйственных животных. Нарушение агротехнических мероприятий, правил уборки, транспортировки, основных технологических приемов консервирования и скармливания кормов приводят к тому, что существует риск заражения клостридиями, нитрозактивными, другими нежелательными бактериями, грибами и образования ими вредных соединений (аминов, нитрозаминов, микотоксинов и др.). Микотоксины занимают значительное место среди опасных токсикантов, взаимно усиливающих действие друг друга. Случаи острых микотоксикозов – редкое явление в современном животноводстве, однако низкие дозы микотоксинов (часто ниже пределов определения) нередко являются причиной

низкой продуктивности и повышенной чувствительности животных к инфекционным заболеваниям. Ранее считали, что жвачные животные менее чувствительны ко многим микотоксинам, в настоящее время выявлено, что загрязнение ими грубых и сочных кормов может наносить серьезный ущерб, особенно высокопродуктивным животным. Из-за неравномерного распределения микотоксинов в пробе при обнаружении даже небольшой концентрации их в массе корма, он может представлять опасность.

Современный подход к проблеме загрязнения кормов включает в себя *предотвращение роста и развития нежелательных микроорганизмов, нейтрализацию и снижение вреда их продуктов обмена, в том числе микотоксинов.*

Известно, что как избыточное, так и недостаточное количество дождей во время критических фаз созревания зерна может приводить к заражению плесенью, его порче и контаминации микотоксинами. Стресс от засухи может увеличивать степень заражения зерна грибами. Изменчивость видового состава возбудителей, недостаток источников и доноров устойчивости, потепление климата, неблагоприятные предшественники и опоздание с уборкой в оптимальные сроки – основные причины усиления вредоносности грибов рода *Fusarium*.

В целом осуществлять «предупреждающую» профилактику роста плесневых грибов сложно в связи с невозможностью контролировать климатические условия. Соблюдение технологии хранения семенного и зернофуражного зерна после сбора урожая дает гораздо больше возможностей контролировать рост плесневых грибов и, соответственно, последствий их развития. Оптимальные параметры сушки и условий хранения минимизируют накопление микотоксинов в собранном зерне.

Все данные, полученные более точными методами (современные анализы определения количества микотоксинов с помощью тест-систем), показывают, что список кормовых культур, поражаемых микотоксинами, гораздо обширнее,

чем представлялось раньше. Микотоксины, попавшие в корма на стадии роста растений, часто сохраняют свою активность при хранении кормов. Известно, что грибы рода *Fusarium* иногда теряют жизнеспособность и вытесняются «плесеньями хранения» – грибами рода *Aspergillus* и *Penicillium*. Однако токсины, образованные ими в период вегетации растения или сразу после уборки урожая, могут сохраняться длительное время.

Защита от болезней кормовых, в том числе зерновых культур, можно только в случае комплексного применения селекционного, агротехнического и химических методов защиты.

В последние годы в силу ряда причин (задержка с уборкой кормовых культур в том числе кукурузы, выбор буртовых типов хранилищ, круглогодичное скармливание силоса) не всегда обеспечивается получение качественного корма. Консервирование сырья, богатого сахаром, вследствие активного развития дрожжей сопровождается повышением восприимчивости корма к аэробной порче. Большая площадь открытой поверхности облегчает длительное проникновение воздуха в консервированную массу, что является причиной развития опасных нитрозактивных бактерий, значительных потерь. Продолжающееся поступление воздуха при недостаточном уплотнении и герметизации является основной предпосылкой для развития плесневых грибов и последующей быстрой порчи консервированного корма в аэробной среде, образованию различных опасных контаминантов – вредных аминов и микотоксинов.

Для того, чтобы обеспечить безопасность кормов для животных, нужно соблюдать выполнение всех основных элементов технологии консервирования, не допускать контаминацию их опасными метаболитами, используя стабилизирующие процесс анаэробного брожения химические соединения, биопрепараты, ферменты и снижающие опасность возникновения аэробной порчи фунгицидные консерванты.

Нейтрализация опасных продуктов обмена, снижение вреда от них с помощью адсорбентов – частичное решение

проблемы безопасности кормов. С помощью нанотехнологий разработаны производственные процессы, в результате которых доступ к каталитически активным точкам и площадь контактной поверхности увеличены более чем в 10 раз. Благодаря комбинированному эффекту нескольких адсорбентов значительно расширяется спектр обезвреживания разных токсинов в кормах, усиливается иммунный ответ у животных, получивших зараженный корм.

Предупредительные меры – выбор устойчивых сортов, выращивание незараженного семенного и фуражного зерна, системы обработки почвы для формирования оптимальной фитосанитарной среды в посевах, соблюдение правил хранения и использования кормов являются определяющими в предотвращении контаминации кормов для сельскохозяйственных животных в сравнении с их профилактическими и лечебными мероприятиями. Комплексная защита от болезней вегетирующих растений и инфекции «хранения» – важная составляющая не только сохранения урожая, но и продуктивности животных.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Аблова, И. Б.* Принципы и методы создания сортов пшеницы устойчивых к болезням (на примере фузариоза колоса) и их роль в становлении агроэкосистем: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / И. Б. Аблова. – Краснодар, 2008. – 49 с.

2. *Аbrasкова, С. В.* Особенности антимикробного спектра химических консервантов / С. В. Абраסקова // Научные основы развития животноводства в БССР: Межвед. сб. тр. – Минск, 1987. – Вып. 17. – С. 46–50.

3. *Аbrasкова, С. В.* Действие химических консервантов на микрофлору силоса и его качество: дис. ... канд. с.-х. наук / С. В. Абраסקова. – Жодино, 1987. – 144 с.

4. *Аbrasкова, С. В.* Влияние препаратов на основе молочнокислых бактерий на аэробную стабильность силосуемых кормов / С. В. Абраסקова и [др.] // Микробиология сельскому хозяйству: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3–4 мая 2004 г. – Минск, 2004. – С. 356–357.

5. *Аbrasкова, С. В.* Некоторые вопросы использования консервантов при заготовке кормов / С. В. Абраסקова, В. В. Гаркун // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 7. – С. 18–20.

6. *Аbrasкова, С. В.* Сравнительная эффективность использования биопрепарата Лаксил и химических консервантов / С. В. Абраסקова и [др.] // Микробиология и биотехнология на рубеже XXI столетия: мат. Междунар. конф., посв. 25-летию Института микробиологии НАН Беларуси, Минск, 1–2 июня 2000 г. / Институт микробиологии; редкол.: А. Г. Лобанок (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – С. 142–143.

7. *Аbrasкова, С. В.* Проблемы качества консервированных кормов в связи с их аэробным разложением / С. В. Абраסקова, В. Н. Шлапунов, А. В. Сорока // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: зб. навук. прац; под ред. М. В. Міхальчука – Брест, 2010. – Вып. 3. – Т. 2. – С. 7–11.

8. *Аbrasкова, С. В.* Роль добавления НБА при заготовке кормов / С. В. Абраסקова // Научные приоритеты инновационного развития отрасли растениеводства: результаты и перспективы, сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., 23–24 июня 2011 г, Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Борисов: МОУП «Борис. укр. типогр. им.1 Мая», 2011. – С. 148–150.

9. *Абраскова, С. В.* Регуляция микробиоценоза консервируемых растительных кормов / С. В. Абраскова; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 174 с.
10. *Абраскова, С. В.* Контаминация зерновых кормов «полевыми» грибами и микрофлорой «хранения» / С. В. Абраскова, Г. В. Будевич // Земледелие и растениеводство, сб. научн. труд. под ред. Ф. И. Привалова [и др]. НАН Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» – Несвиж: ИВЦ Минфина, 2011. – Вып.47. – С. 148–155. – 2011. – № 47. – С. 148–155.
11. *Абраскова, С.* Научные основы производства силоса и сенажа / С. Абраскова // Наше сельское хозяйство – 2013. – № 4 (60). – С. 60–64.
12. *Авраменко, П. С.* Производство силосованных кормов / П. С. Авраменко, Л. М. Постовалова. – Минск: Ураджай, 1984. – 144 с.
13. *Балабанов, В. А.* Токсическая микрофлора кукурузного зерна в условиях Молдавской ССР / В. А. Балабанов // Проблемы ветеринарной санитарии, труды ВНИИВС. – Тюмень, 1966. – Т. XXVII. – С. 18–20.
14. *Башмакова, Е. В.* Клиника и патологоанатомическая картина у поросят при экспериментальном фузариотоксикозе / Е. В. Башмакова // Тезисы докладов II совещания по микотоксикозам человека и животных. – Киев, 1969. – С. 24–27.
15. *Бондарев, В. А.* О курганном силосовании / В. А. Бондарев // Кормпроизводство. – 2006. – № 4. – С. 28–31.
16. *Боровская, М. Ф.* Болезни кукурузы / М. Ф. Боровская, В. Г. Матичук. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 273 с.
17. *Боярский, Л. Г.* Производство и использование кормов в промышленном животноводстве / Л. Г. Боярский. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 158 с.
18. *Брылин, А. П.* Элитокс – элиминатор и дезактиватор микотоксинов нового поколения / А. П. Брылин, А. И. Мурзин // Нива Урала. – 2010. – № 1. – С. 16.
19. *Буга, С. Ф.* Болезни колоса зерновых культур в условиях Республики Беларусь / С. Ф. Буга // Сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений» НАН Беларуси. – Минск, 2006. – Вып. 30, ч. 1: Стратегия и тактика защиты растений: материалы науч. конф., Минск, 28 февр. – 2 марта 2006 г.; редкол.: Л. И. Трепашко и [др.]. – С. 185–189.
20. *Буга, С. Ф.* Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковская, Т. Н. Жердецкая. – Минск. – 2012. – 52 с.
21. *Будевич, Г. В.* Протравливание семян – эффективная защита посевов от болезней / Г. В. Будевич, Ю. К. Шашко // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 5. – С. 36–38.
22. *Буркин, А. А.* Охратоксин А: иммуноферментный анализ для оценки остаточных количеств в организме кур / А. А. Буркин, Г. П. Кононенко, Н. А. Соболева // Baltic. Lab. Anim. Sci. – 2001. – № 11. – Р. 160–167.

23. *Вайсбах, Ф.* Будущее силосования кормов / Ф. Вайсбах // Аграрное обозрение, 2012. – № 6. – С. 1–21.

24. Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов (в редакции постановления Минсельхозпрода Республики Беларусь от 20 мая 2011 № 33) – 43 с.

25. *Вудмаска, В. Ю.* Разработка способов консервирования влажного зернофуража, раскисление и обогащение азотом силосованных кормов углеаммонийными солями: автореф. ... дис. д-ра с.-х. наук / В. Ю. Вудмаска. – Киев, 1992. – 48 с.

26. *Вулфорд, М.* Силос Сенаж: руководство по заготовке /М. Вулфорд. – Киев: ДП «Олтек Украина», 2007. – 52 с.

27. *Гаврилова, О. П.* Восприимчивость овса к фузариозной инфекции и накоплению микотоксинов в зерне / О. П. Гаврилова [и др.] // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: материалы Второй Всероссийск. конф., Санкт-Петербург, 29 сентября – 2 октября 2008 г. / Всеросс. науч.-исслед. ин.-т. защ. растен. – СПб., 2008. – С. 118–120.

28. *Гагкаева, Т. Ю.* Фузариоз зерна – актуальная проблема получения качественной зерновой продукции / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2009. – № 12. – С. 13–15.

29. *Гагкаева, Т. Ю.* Фузариозы зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.] // Защита и карантин растений. Приложение. – 2011. – № 5. – С. 69–120.

30. *Голушко, В. М.* Научные основы кормления свиней / В. М. Голушко [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 6. – С. 3–9.

31. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / сост. Л. В. Плешко, А. В. Майсеенко, Т. И. Гололоб // Справочное издание – Минск: Бизнесофсет, 2011. – 542 с.

32. *Грапов А. Ф.* Химические средства защиты растений XXI века. Справочник. Москва: ВНИИХСЗР, 2006. – 402 с.

33. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков / Т. И. Ишкова [и др.]: Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. ин-т защ. растений; под ред. В. А. Павлюшина. – СПб., 2002. – 76 с.

34. *Дудка, С. Л.* Фітосанітарний моніторинг посівів кукурудзи / С. Л. Дудка, Н. І. Піпчук, П. В. Солоний // Бюлетень інституту зернового господарства УААН, Дніпропетровск, 2003. – № 20. – С. 45–46.

35. Евросеминар по микотоксинам / Сейбит – 2005. – № 1 – С. 15–17.

36. *Ефанова, Л. И.* Контаминированность микотоксинами кормов для крупного рогатого скота в хозяйствах Центрально-Черноземной зоны / Л. И. Ефанова // Достижение науки и техники АПК. – 2012. – № 1. – С. 25–27.

37. *Жуленко, В. Н.* Ветеринарная токсикология [электронный ресурс] / В. Н. Жуленко, М. И. Рабинович, Г. А. Таланов. – 2011. – Режим доступа: <http://med-books.info/Veterinaria-727/dezoksinivalenol/html/> – Дата доступа: 9.04.2013.

38. *Зинченко, Л. Н.* Приготовление объемистых кормов / Л. Н. Зинченко, Н. Е. Погорелова. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 181 с.

39. *Иванов, А. В.* Микотоксины: в проблеме ветеринарного обеспечения повышения продуктивности животных / А. В. Иванов, М. Я. Тремасов // Слагаемые эффективного агробизнеса: обобщение опыта и рекомендации. – Казань: Фолианть, 2006. – Ч. I: **Кормопроизводство и животноводство.** – С. 241–248.

40. *Иванов, А. В.* Проблема микотоксикозов животных / А. В. Иванов [и др.] // Современные средства и методы диагностики, профилактики и лечения инфекционных, протозойных и микотических болезней сельскохозяйственных и промысловых животных, рыб и пчел: материалы Межд. практ. конф., Москва, 10 февраля 2009 / ГНУ ВНИИЭВ им. Я. Р. Коваленко. – М., 2009. – С. 287–290.

41. *Иванова, Э. Я.* Современные методы повышения питательной ценности силоса / Э. Я. Иванова, М. В. Петрова // Сельское хозяйство за рубежом. – 1976. – № 2. – С. 34.

42. Использование молочнокислых бактерий для производства заквасок, применяемых при консервировании кормов / С. В. Абраскова [и др.]; учеб.-метод. пособие Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 2007. – 36 с.

43. *Каблушева, Т. И.* Особенности аспергиллеза уток в ООО «Заречное» Успенского района Краснодарского края / Т. И. Каблушева, М. В. Яцун // тез. докл. Межд. н.-п. конф. 14–15 сент. 2011 г., г. Жодино, 2011. – Ч. 2. – С. 17.

44. *Капитонова, Е. А.* Профилактика действия микотоксинов в растительных кормах / Е. А. Капитонова, А. А. Гласкович, С. В. Абраскова // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее: сб. материалов Междун. науч.- практ. конф., 15–16 нояб. 2012 г., г. Жодино, Т.1 / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» – Минск, 2012. – С. 148–150.

45. Классификатор сырья и комбикормовой промышленности Республики Беларусь. – Минск, 2010. – 192 с.

46. *Коготько, Л.* Микотоксины в яровой пшенице / Л. Коготько, [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 7. – С. 53–57.

47. *Козинец, А. И.* Влажное зерно тритикале, консервированное биологическим препаратом BIOCRIMP в рационах коров / А. И. Козинец [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. научн. трудов / РУП «Институт животноводства НАН Беларуси». – Минск, 2008. – Т. 43, ч. 2. – С. 117–124.

48. *Колесень, В. П.* Сравнительная эффективность применения различных адсорбентов микотоксинов в рационах животных / В. П. Колесень, В. П. Кравцевич // Повышение интенсификации и конкурентоспособности отраслей животноводства Тез. докл. Межд. науч.-практ. конф. 14–15 сент. 2011 г. Жодино: 2011. – Ч. 2. – С. 65.

49. *Кононенко, Г. П.* Иммуноферментный метод определения Т-2 токсина в контаминированном зерне / Г. П. Кононенко [и др.] // Прикладная биохимия. – 1999. – № 35(4). – С. 500–506.

50. Кононенко, Г. П. Охратоксин А: исследование контаминации зерна / Г. П. Кононенко [и др.] // Прикладная биохимия. – 2000. – № 36(2). – С. 209–213.

51. Комаров, А. А. Микотоксикозы животных: методическое пособие / А. А. Комаров, А. Н. Панин; Международная промышленная академия, Всероссийский государственный НИИ контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов – центр качества ветеринарных препаратов и кормов. – М.: Пищепромиздат, 2003. – 82 с.

52. Кроссон Ф. Редкие болезни кукурузы / Ф. Кроссон, Ж. Туссен-Ферейроль // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 4. – С. 46–47.

53. Кроссон Ф. Редкие болезни кукурузы / Ф. Кроссон, Ж. Туссен-Ферейроль // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 6. – С. 56–58.

54. Кузнецов, А. Ф. Ветеринарная микология: учебное пособие для студентов вузов по специальности «Ветеринария» / А. Ф. Кузнецов. – СПб.: Лань, 2001. – 416 с.

55. Кузнецов, А. Ф. Гигиена содержания животных: справочник / А. Ф. Кузнецов. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2004. – 640 с.

56. Кукуруза на корм. Производство и использование / Пер. с англ. Е. Н. Фолкман. – М.: Колос, 1983. – С. 127–136.

57. Кулик, М. Ф. Енергоощадні технології кормів – основа конкурентноздатного тваринництва / М. Ф. Кулик и [др.]. – Вінниця: ПП Видавництво «Теза», 2006. – 340 с.

58. Курасова, В. В. Фузариозный вульвовагинит свиней / В. В. Курасова, Л. П. Леонов, Д. М. Голбан // Ветеринария. – 1973. – № 11. – С. 98–99.

59. Кургузкин, В. Н. Консервирование и обогащение азотом кукурузного силоса / В. Н. Кургузкин, О. Б. Филиппова, Е. Ф. Саранчина // Кормопроизводство. – 2005. – № 10. – С. 31–35.

60. Лапотко, А. Некробактериоз – непризнанная болезнь / А. Лапотко // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – № 12. – С. 50–53.

61. Логинов, В. Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата / В. Ф. Логинов. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 266 с.

62. Малиновская, Л. С. Санитарно-микологическая оценка комбикормов / Л. С. Малиновская // Ветеринария. – 1969. – № 1. – С. 88–92.

63. Медведский, В. А. Санитарно-гигиеническая оценка кормов: учебно-методическое пособие / В. А. Медведский, Д. Г. Готовский, С. Б. Спиридонов; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: УО ВГАВМ, 2008. – 25 с.

64. Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис. ... канд. географ. наук / В. И. Мельник. – Минск, 2004. – 21 с.

65. Методические рекомендации по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных / М. И. Рецкий, [и др.] Воронеж, 2005. – 93 с.

66. Микотоксикозы (биологические и ветеринарные аспекты): монография / А. В. Иванов [и др.]. – М.: Колос, – 2010. – 392 с.

67. Микотоксины и микотоксикозы / под ред. Д. Диаза. – М.: Печатный город, 2006. – С. 71–170.

68. Микробиология кукурузного силоса: учебно-методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям по микробиологии для студентов очной и заочной формы обучения, НИСПО по спец. «Зоотехния» / С. В. Абраскова [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины – Витебск, 2003. – 24 с.

69. Микробиология растительных кормов: учебно-методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям по микробиологии для студентов специальности «Зоотехния», слушателей ФПК / С. В. Абраскова [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины – Витебск, 2003. – 35 с.

70. Микроорганизмы-возбудители болезней растений / В. И. Билай [и др.]; Академия наук Укр. ССР; под ред. В. И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1988. – 552 с.

71. *Надточаев, Н. Ф.* Готовим концентрированные корма из кукурузы / Н. Ф. Надточаев, С. В. Абраскова // Наше сельское хозяйство. – 2009. – № 9. – С. 20–25.

72. Организационно-технологические нормативы производства продукции животноводства и заготовки кормов: сборник отраслевых регламентов / В. Г. Гусаков [и др.]; НАН Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси, Центр аграрной экономики. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 283 с.

73. *Павлюшин, В. А.* Фитосанитарный блок в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / В. А. Павлюшин // Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в современных условиях: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. 13–15 июля, г. Орел. – 2005. – С. 30–36.

74. *Петровская, В. А.* Консервирование и обогащение азотом (мочевин) силосованных кормов / В. А. Петровская, А. Л. Дарбаев // Сб. науч. работ. – Саратовский СХИ, 1976. – Вып. 81. – С. 53–64.

75. *Пилипец, З. И.* Влияние некоторых видов *Fusarium* и *Penicillium* на аминокислотный состав белка в пшенице / З. И. Пилипец // Тезисы Всесоюзного симпозиума по проблемам ветеринарной микологии и санитарии кормов. – М., 1970. – С. 67.

76. *Пилипец, З. И.* К вопросу изучения питательной ценности дефектного зерна пшеницы / З. И. Пилипец // Тезисы Всесоюзного симпозиума по проблемам ветеринарной микологии и санитарии кормов. – М., 1970. – С. 68.

77. *Победнов, Ю. А.* Основы и способы силосования трав / Ю. А. Победнов. – СПб: ООО «БИОТРОФ», 2010. – 192 с.

78. *Подобед, Л. И.* Питання заготівлі зберігання та використання кормів в умовах інтенсивної технології виробництва молока / *Л. И. Подобед, О. М. Курнаев.* – Одеса: Друкарський дім, 2012. – 456 с.

79. *Пономаренко, Ю. А.* Питательные и антипитательные вещества в кормах / *Ю. А. Пономаренко.* – Минск: Экоперспектива, 2007. – 960 с.

80. Профилактика микотоксикозов животных: к изучению дисциплины / *Б. А. Хмелевский [и др.].* – М.: Агропромиздат 1985. – 271 с.

81. *Разумовский, Н. П.* Технологические основы профилактики ацидоза рубца у коров / *Н. П. Разумовский, А. А. Белко* // Вестник Академии Ветеринарной медицины – 2011. – № 5 – С. 3.

82. *Рогачев, В. А.* Использование влажного зерна пшеницы, силосованного с закваской «Биосиб», в рационах крупного рогатого скота / *В. А. Рогачев* // Проблемы повышения эффективности производства животноводческой продукции: тезисы докладов научно-практической конференции (12–13 окт. 2007 г.) / Научно-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2007. – С. 259–260.

83. *Ромашко, А. К.* Микотоксины: найти и обезвредить / *А. К. Ромашко* // Наше сельское хозяйство. – 2010. – № 4. – С. 30–36.

84. *Рубинштейн, Ю. И.* Люминесценция грибов. *F. sporotrichiella* / *Ю. И. Рубинштейн* // Микробиология. – 1956. – Т. 25, вып. 2. – С. 171–174.

85. *Руснак, И. А.* Качество кормов и эффективность их использования в Молдавии: обзорная инф. / *И. А. Руснак.* – Кишинев, 1984. – 68 с.

86. Санитарно-гигиеническое значение бактерий и плесневых грибов в изменении качества кормов: учеб.-метод. пособие / *С. В. Абраскова [и др.].* – Витебск: ВГАВМ, 2012. – 32 с.

87. *Скобликов, Н. Э.* Микробиологические показатели качества кормов, консервированных с использованием различных кислотомолочных заквасок / *Н. Э. Скобликов [и др.]* // Актуальные проблемы увеличения производства кормов, повышения качества и эффективности их использования: сборник научных трудов / Северо-Кавказский научно-исследовательский ин-т животноводства Рос. академии с.-х. наук; [гл. ред. Горковенко Л. Г.]. – 2006. – С. 36–40.

88. Силосование и сенажирование кормов: Рекомендации / *Ю. А. Победнов [и др.].* – М.: РГАУ-МСХА, 2012. – 22 с.

89. *Смирнов, А. М.* Животноводству – безопасные корма / *А. М. Смирнов, Г. А. Таланов, Г. П. Кононенко* // Ветеринария. – 1999. – № 1. – С. 3–6.

90. *Спесивцева, Н. А.* Санитария кормов: производственно-практическое издание / *Н. А. Спесивцева, Б. Н. Хмелевский.* – М.: Колос, 1975. – 336 с.

91. *Таланов, Г. А.* Санитария кормов: справочник / *Г. А. Таланов, Б. Н. Хмелевский.* – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.

92. *Тимофеев, В. Н.* Влияние протравителей и их смесей с микроудобрениями на патогенную микрофлору семян / *В. Н. Тимофеев* // Стратегия развития кормопроизводства в условиях глобального изменения климатических условий и использования достижений отечественной

селекции: материалы Межд. науч.- практ. конф., посвященной 55-летию Уральского НИИСХ Екатеринбург, 3–5 авг. 20011, Т1. – Растениеводство. – С. 227–230.

93. *Хоченков, А. А.* Гигиеническое обоснование рационального использования кормовых ресурсов в промышленном свиноводстве; автореф. дис. ... д-ра с.-х наук / А. А. Хоченков; РУП «Институт животноводства НАН Беларуси». – Горки, 2011. – 40 с.

94. *Чуканов, Н. К.* Микробиология консервирования трудносилосующих растений / Н. К. Чуканов, А. К. Попенко. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 200 с.

95. *Чулкина, В. А.* Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем в Западной Сибири / В. А. Чулкина [и др.] // Защита и карантин растений. – 2007. – № 1. – С. 14–17.

96. *Чулков, А. К.* О профилактике микотоксикозов животных / А. К. Чулков, М. Я. Тремасов, А. В. Иванов // Ветеринария. – 2007. – № 12. – С. 8–10.

97. *Шабаев, И.* Что угрожает современному птицеводству / И. Шабаев // Наше сельское хозяйство. – № 7. – 2012. – С. 53–57.

98. *Шапошников, А. А.* Аэробное разложение силосов и его предотвращение // Кормопроизводство. – 1986. – № 7. – С. 25–29.

99. *Шашко, М. Н.* Патогенный комплекс грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах в условиях Беларуси / М. Н. Шашко, Г. В. Будевич, Ю. К. Шашко // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям: посвящается 300-летию Санкт-Петербурга. – СПб., 2002. – С. 128–129.

100. *Шашко, М. Н.* Изучение токсигенных свойств грибов рода *Fusarium* Link. на зерновых культурах / М. Н. Шашко // Принципы и методы оптимизации селекционного процесса сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. научно-практич. конф. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2005. – С. 129–133.

101. *Шашко, М. Н.* Вредоносность отдельных видов грибов рода *Fusarium* на яровых зерновых культурах / М. Н. Шашко, Ю. К. Шашко // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XII Междунар. научно-практич. конф. – Гродно: УО ГГАУ, 2009. – С. 290–291.

102. *Шашко, М. Н.* Выявление гриба *Fusarium cerealis* (Cooke) Sacc в комплексе возбудителей фузариоза колоса зерновых культур в Беларуси / М. Н. Шашко, Т. Ю. Гагкаева // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 4. – С. 61–62.

103. *Шашко, М. Н.* Изменения патогенного комплекса грибов рода *Fusarium*, возбудителей фузариоза колоса озимых зерновых культур / М. Н. Шашко // Молодежь и инновации – 2011: материалы Междунар. научно-практич. конф. – Горки, 2011. – С. 204–207.

104. *Шашко, Ю.* Колосья под серпом твоим. С грибами / Ю. Шашко, Г. Будевич, М. Шашко // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 29–32.

105. *Шенета, К. О.* Роль збудників пліснявіння сходів та ґрунтових шкідників в расповсюдженні корневих гнилей кукурудзи / К. О. Шенета, Г. А. Токарчук // Бюллетень інституту зернового господарства УААН, № 11 Дніпропетровск, 2003. – С. 38–41.
106. *Шлапунов, В. Н.* Силосование влажного зерна кукурузы / В. Н. Шлапунов [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 9. – С. 24–28.
107. *Шмидт, В.* Производство силоса / В. Шмидт, Г. Веттерай. – М.: Колос, 1975. – 346 с.
108. *Ятусевич, А.* Болезни конечностей коров: причины, профилактика, последствия» / А. Ятусевич [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 5. – С. 69–72.
109. *Bader, S.* Möglichkeiten zur Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Grünfuttersilierung durch kombinierte Anwendung biologischer und chemischer Zusätze / S. Bader // Landbauforschung Völkendrode – 1997. – P. 176–110.
110. *Banemann, D.* Silage as feedstock for biogas: Novel perspectives for silage additives / D. Banemann [et al.] // **Proceedings XV International Silage Conference**, Madison, Wisconsin, USA, 2009. – P. 355–356.
111. *Barry, T.* Some observations on aerobic deterioration in untreated silages and in silages made with formaldehyde-containing additives / T. N. Barry // J. Sci. Food Agr. – 1980. – Vol. 31. – N. 2. – P. 133–136.
112. *Beck, Th.* Beeinflussung der Nachgarung durch Siliermitteln / Th. Beck // Das wirtschaftseig. Putter. – 1975. – N. 1. – P. 55–65.
113. *Bezuidenhout, S. C.* Structure elucidation of the fumonisins, mycotoxins from *Fusarium moniliforme* / S. C. Bezuidenhout [et al.] // J. Chem. Soc. Chem. Commun. – 1988. – P.743–745.
114. *Broquist, H. R.* Identification of swainsonine as a probable contributory mycotoxin in moldy forage mycotoxicoses / H. R. Broquist [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 1984. – N. 48. – P. 386–388.
115. *Brusemeister, F.* Influence of treating grass with a ferulate esterase releasing inoculant (Pioneer 11GFT) on preservation and total tract digestibility of ensilage / F. Brusemeister // **Proceedings XV International Silage Conference** Madison, Wisconsin, USA, 2009. – P. 363–364.
116. *Brusemeister, F.* Ruther and J. Thaysen Influence of treating corn with a ferulate esterase releasing inoculant (Pioneer brand 1CFT) on preservation and total tract digestibility of ensilage / F. Brusemeister [et al.] // **Proceedings XV International Silage Conference** Madison, Wisconsin, USA, 2009. – P. 365–366.
117. *Christensen, C. M.* Invasion of stored wheat by *Aspergillus ochraceus* / C. M. Christensen // Cereal Chem. – 1962. – N. 39. – P. 100.
118. *Christensen, C. M.* Effect on the white rat uterus of a toxic substance isolated from *Fusarium* / C. M. Christensen [et al.] // **Appl. Microbiology**. – 1965. – N. 13. – P. 653.
119. *Colvin, B. M.* Fumonisin – induced pulmonary edema/hydrothorax in swine / B. M. Colvin, L. R. Harrison // Mycopathologia. – 1992. – N. 117. – P. 79–82.

120. *Davies, D. R.* Silage inoculants – next? // Proceedings 14 International Symposium Forage Conservation Brno, Czech Republic, 2010. – P. 32–39.
121. *Doster, R. C.* Acute intraperitonotoxicity of ochratoxin A and B in reinbow trout / R. C. Doster [et al.] // *Salm gairdner Food. Cosmetic. Toxicol.* – 1972. – N. 10. – P. 85–92.
122. *Driehuis, F.* Improving aerobic stability by inoculation with *Lactobacillus buchneri* / F. Driehuis [et al.] // Proceedings XI International Silage Conference, Aberystwyth, UK, 1996. – P. 106–107
123. *Driehuis, F.* Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits growth and improves aerobic stability / F. Driehuis [et al.] // *J. Applied Microbiology* 1999. – N. 87. – P. 583–594.
124. *Driehuis, F.* Butyric acid bacteria spores in whole crop maize silage / F. Driehuis, M. C. te Giffel // Proceedings XIV International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK, 2005. – P. 271.
125. *Dwivedi, P.* Pathology of ochratoxicosis a young broiler chicks / P. Dwivedi, R. B. Burns // *Res. Vet. Sci.* – 1984. – N. 36. – P. 92–103.
126. *Eisner, I.* Relationships between silage fermentation characteristics and feed intake by dairy cows / I. Eisner [et al.] // *Ubersichten Tierernahrung.* – 2006. – N. 34. – P. 197–221
127. *Ehrich, M.* Ability of ethoxyquin butylated hydroxytoluene to counteract deleterious effects of die aflatoxin in chicks / M. Ehrich [et al.] // *Avian Dis.* – 1986. – N. 30. – P. 802–807.
128. *Gatenbeck, S.* A fluorospectrophotom method for ochratoxin analysis and the spontaneous occurrenc ochratoxin in pig kidneys in Sweden / S. Gatenbeck [et al.] // *Arch. Inst. Pasteur. Tunic.* – N. 1 3–4. – P. 257–260.
129. *Gelderblom, W.* Monisins-novel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme* / W. Gelderblom [et al.] // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1988. – N. 54. – P. 1806–1811.
130. *Glahn, R. P.* Effects of chronic ochratoxin A and citrinin toxicosis on kidney function of single comb White Leghorn pullets / R. P. Glahn [et al.] // *Poult Sci.* – 1989. – N. 68. – P.1205–1212.
131. *Hare, I. E. L.* Conlon and Marall wtroallergen-induced degranulation of pulmonary mast cells from horses with recurrent airway obstruction (heaves) / I. E. L. Hare, P. D. Viel // *Amer.* – 1999. – N. 60 (7). – P. 841–847.
132. *Harfach, B. A.* Isolation of satrattoxins from the bedding straw of a sheep flock with fatal stachybotryotoxicosis / B. A. Harfach [et al.] // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1983. – N. 45 (5). – P. 1419–1422.
133. *Harrison, L. R.* Pulmonary edema and hydrothorax in swine produced by fumonisin B₁, a toxic metabolite of *Fusarium moniliforme* / L. R. Harrison [et al.] // *J. Vet. Diagn. Invest.* – 1990. – N. 117. – P. 83–96.
134. *Haschek, W. M.* Characterization of fumonisin toxicity in orally and intravenously dosed swine / W. M. Haschek [et al.] // *Mycopathologia.* – 1992. – N. 117. – P. 83–89.

135. *Hein E.* Decomposition processes and effects of nitrate in ensiling green forage / *E. Hein, F. Weissbach* // **Proceedings XIII International Grassland Congress**, Leipzig, Germany, 1977. – Vol. II. – P. 1323–1325.

136. *Holterschinken, M.* Untersuchungen zum Einfluss von *Penicillium roqueforti* und dessen Mycotoxin Roquefortine C auf die Pansenfermentation in vitro / *M. A. Holterschinken* [et al.] // 21. DVG-Kongress, Bad Nauheim, 21–24 März 1995. – 1995. – P. 255–272.

137. *Honig, H.* Umsetzungen und Verluste bei der Nachgärung / *H. Honig* // Das wirtschaftseig. Futter. – 1975. – Vol. 21. – N.1. – P. 25–32.

138. *Hsieh, D. P. H.* Mode of action of mycotoxins / *D. P. H. Hsieh* // **Mycotoxins in Food** / P. Krogh. – London: Academic Press, 1987. – P. 149–176.

139. <http://www.agroxxi.ru/stati/strobiluriny.html>. – Дата доступа: 02.08.2012 г.

140. <http://www.agroxxi.ru/stati/fungicidy-proizvodnye-triazola.html>. – Дата доступа: 02.08.2012 г.

141. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/Fusarium.aspx>. – Дата доступа: 02.08.2012 г.

142. *Huff, W. E.* Acute toxicity of vomitoxin (deoxynivalenol) in broiler chickens / *W. E. Huff* [et al.] // *Poult. Sci.* – 1981. – N. 60. – P. 1412–1414.

143. *Huff, W. E.* Toxic synergism between aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens / *W. E. Huff* [et al.] // *Poult. Sci.* – 1988. – N. 67. – P. 1418–1423.

144. *Huff, W. E.* Individual and combined effects of aflatoxin and deoxynivalenol (DON, vomitoxin) in broiler chickens / *W. E. Huff* [et al.] // *Poult. Sci.* – 1986. – N. 65. – P. 1291–1298.

145. *Kaiser, E.* Zum Garungsverlauf bei der Silierung von nitratarmem Grünfutter. 2. Mitteilung: Garungsverlauf bei Zusatz von Nitrat, Nitrit, Milchsäurebakterien und Ameisensäure / *E. Kaiser, K. Wei* // *Archives Animal Nutrition*, 1997. – N. 50, P. 187–200.

146. *Kaiser, E.* A new concept for the estimation of ensiling potential of forages / *Kaiser* [et al.] // **Proceedings XIII International Silage Conference**, Auchincruive, Scotland, UK, 2002. – P. 344–358

147. *Kaiser, E.* New results on inhibition of clostridia development in silages / *E. Kaiser* [et al.] // **Proceedings XIV International Silage Conference**, Belfast, Northern Ireland, UK, 2005. – P. 213.

148. *Kaiser, E.* The influence of dry matter, nitrate content and acidification on development of clostridia in silages green forage / *Kaiser* [et al.] // **Proceedings XV International Silage Conference**, Madison, Wisconsin, USA, 2009. – P. 247–248

149. *Kellerman, T. S.* A trem-organic mycotoxicosis of cattle caused by maize sprouts infested with *Aspergillus clavatus*. The Onderstepoort / *T. S. Kellerman* [et al.] // *J. Vet. Res.* – 1984. – N. 51 (4). – P. 271–274.

150. *Kopp-Holtwiesche, B.* Antimicrobial action of roquefortine / *B. Kopp-Holtwiesche, H. J. Rehm* // *Environ. Pathol. Toxicol. Oncol.* – 1990. – N. 10 (1/2). – P. 41–44.

151. *Kramer, E.* CCM wirtschaftlich konservieren / E. Kramer // Erfolg im Stall. – 2012. – N. 3. – C. 12.
152. *Krooneman, J.* *Lactobacillus diolivorans* sp. nov, a 1,2-propanediol-degrading bacterium isolated aerobically stable maize silage / J. Krooneman // Intern. Journal Systematic and Environmental Mikrobiology, 2002. – N 52. – P. 639–646.
153. *Kubena, L. F.* Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin / L. F. Kubena [et al.] // Poultr. Sci. – 1990. – N. 69. – P. 1078–1086.
154. *Kung, Jr.* Silage additives. Silage Science and Technology / Jr. Kung [et al.] // American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Agronomy Monograph no. 2003. – N. 42. – P. 305–360
155. *Kung, Jr.* Potential factors that may limit the effectiveness of silage additives / Jr. Kung // Proceedings XV International Silage Conference, Madison, Wisconsin, USA, 2009. – P 37–45.
156. *Lancaster, M. C.* Toxicity associated with certain samples of groundnuts / M. C. Lancaster [et al.] // Nature. – 1961. – N. 192. – P. 1095–1096.
157. *Marasas, W. F.* Leukoencephalomalacia in a horse induced by Fumonisin B₁ / W. F. Marasas [et. al.] // Afr. Med. J. – 1988. – N. 74. – P. 115–120.
158. *McGorum, B. C.* Responses of horses affected with chronic obstructive pulmonary disease to inhalation challenges with mould antigens / B. C. McGorum [et al.] // Equine Vet. – 1993. – N. 25 (4). – P. 261–267.
159. *Mortimer, P. H.* Experimental myrotectotoxicosis and poisoning in ruminants by verrucaric acid and roridin A / P. H. Mortimer [et al.] // Res. Vet. Sci. – 1971. – N. 12. – P. 508– 15.
160. *Muller, M.* Alternaria infestation of corn silage and hay / M. Muller // Zentralblatt für Mikrobiologie. – 1991. – N. 146. – P. 481–488.
161. *Muller, M.* Formation and disappearance of mycophenolic acid, patulin, penicillic acid and PR toxin in maize silage inoculated with *Penicillium roqueforti* / M. Muller, R. Amend // Activ. Anim. – 1997. – N. 50. – P. 213–225.
162. *Nedelnik, J.* Forage as primary source of mycotoxins / J. Nedelnik [et al.] // www.egf 2011./ at /files /15.04.2013, 16.00 /133 nedelnik pdf.
163. *Ohomo, S.* Detection of roquefortines in *Penicillium roqueforti* from moulded maize silage / S. Ohomo, H. K. Kitamoto // Sci. Food Agric. – 1984. – N. 64. – P. 55–61.
164. *Elferink, O.* Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri* / O. Elferink [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 2001. – N. 67. – P. 125–132.
165. *Pahlow, G.* Silage Science and Technology / G. Pahlow // American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Agronomy Monograph. – 2002. – N. 42. – P. 31–93.
166. *Panter, K. E.* Locoweeds: effects on reproduction in livestock / K. E. Panter [et al.] // J. Natural Toxins. – 1999. – N. 8. – P. 53–62.

167. *Prelusky, D. B.* Tissue distribution and excretion of radioactivity following administration of ¹⁴C-labeled deoxynivalenol to White Leghorn hens / D. B. Prelusky [et al.] // *Fundam. Appl.* – 1995. – N. 2. – P. 80–85.
168. *Prelusky, D. B.* Pharmacokinetic fate of ¹⁴C-labelled fumonisin B₁ in swine / D. B. Prelusky [et al.] // *Natural Toxins.* – 1994. – N. 2. – P. 73–80.
169. *Pusterla, N. P.* A case of acute disseminated pneumomycosis in a cow / N. P. Pusterla [et al.] // *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde.* – 1996. – N. 138. – P. 189–194.
170. *Sargeant, K.* Toxic products in groundnuts. Chemistry and origin / K. Sargeant [et al.] // *Chem. and Ind.* – 1963. – P. 53–55.
171. *Sato, N.* Comparative toxicities of trichothecenes / N. Sato, Y. Ueno // *Mycotoxins in Human and Animal Health: Proceedings of a Conference in Human and Animal Health.* University of Maryland / J. V. Rodricks, C. W. Hesseltine, M. A. Mehlman (eds). – 1977. – P. 295–307.
172. *Shlosberg, A. S.* Muscovy ducklings, a particularly sensitive avian bioassay for T-2 toxin and diacetoxyscirpenol / A. S. Shlosberg [et al.] // *Avian Dis.* – 1986. – N. 30. – P. 820–824.
173. *Soper, G. J.* Improving silage preservation and stability with an ammonia-molasses-mineral solution / G. J. Soper, F. J. Owen // *J. Dairy Sci.* – 1977. – Vol. 60. – N. 7. – P. 1077–1082.
174. *Spoelstra, S. F.* Nitrate in silage. A review. *Grass and Forage Science* 1985. – N. 40. – P. 1–11.
175. Studies on pulmonary and systemic *Aspergillus fumigatus* –specific IgE and IgG antibodies in horses affected with chronic obstructive pulmonary disease (CORD) / K. H. Schmallenbach [et al.] // *Vet. Immunol. Immunopathol.* – 1998. – N. 66 (3/4). – P. 245–256.
176. Structure elucidation of fusarin C, a mutagen produced by *Fusarium moniliforme* / W. Gelderblom [et al.] // *J. Soc. Chem. Commun.* – 1984. – Issue 2. – P. 122–124.
177. *Tabacco, E., Borreani, G.* Quantifying the extent of aerobic deterioration in bunker and pile silages at the farm level / E. Tabacco, G. Borreani // *Proceedings XV International Silage Conference, Madison, Wisconsin, USA, 2009* – P. 321–322.
178. *Tabacco, E.* Dry matter and nutritional losses during anaerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria / E. Tabacco [et al.] // *J. Dairy Sci.*, 2011: – N. 94. – P. 1409–1419.
179. *Victor, D.* The aerobic deterioration of grass silage and its effect the water-soluble carbohydrate the associated heat production / D. Victor, H. Rees // *J. of Sci. Food Agric.* – 1982. – N. 33. – P. 499–508.
180. *Weissbach, F.* The effect of nitrate on the silage fermentation / F. Weissbach [et al.] // *Proceedings X International Silage Conference, Dublin, Ireland, 1993* – P. 122–123.
181. *Weissbach, F.* (1996): New developments in crop conservation / F. Weissbach // *Proceedings XI International Silage Conference, Aberystwyth, Wales, UK, 1996.* – P. 11–25.

182. *Weissbach, F.* *Über die Vorhersage und Steuerung des Garungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau* / F. Weissbach, H. Honig // *Landbauforschung Volkenrode, FAL*, 1996. – N. 46. – P. 10–17.

183. *Weissbach, F.* *Investigations on the impact of individual species of forbs within the swards of extensively used meadows on silage fermentation* / F. Weissbach, // *Landbauforschung Volkenrode, FAL, Sonderheft* 1998. – N. 185. – P. 1–99.

184. *Wright, M. S.* *Liver cells respond to Aspergillus fumigatus with an increase in C3 secretion and C3 gene expression as well as an expression increase in TLR2 and TLR4* / M. S. Wright, H. K. Clausen, T. G. Abraham-Hen // *Immunology Letters*. – 2004. – N. 95. – P. 25–30.

185. *Wu, W.* *Case study of bovine dermatitis caused by oat straw infected with Fusarium sporotrichioide* / W. Wu [et al.] // *Vet. Rec.* – 1997. – N. 140 (15). – P. 399–400.

186. *Yang, C. S.* *Research on esophageal cancer in China* / C. S. Yang // *A review; Cancerres.* – 1980. – N. 40. – P. 2633–2644.

Репозиторий БарГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Препараты для предпосевной обработки семян кукурузы
(Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов)
и удобрений, разрешенных к применению на территории
Республики Беларусь, 2011)**

| Торговое название | Заболевание | Способ, время обработки |
|--|--|-------------------------|
| 1. СКАРЛЕТ, МЭ (0,4 л/га, кг/га) ЗАО «Щелково Агротех», Россия | Фузариоз, пузырчатая головня | Протравливание семян |
| 2. КЛАД, КС Россия, Венгрия (0,6 л/га, кг/га) | Пузырчатая головня, фузариоз, плесневение семян | То же |
| 3. ЛАМАДОР, КС (0,2 л/га, кг/га) | Пузырчатая головня, фузариоз | То же |
| 4. РОЯЛФЛО 42С (2 л/га, кг/га Великобритания) | Корневые гнили, пузырчатая головня | То же |
| 5. ТМТД, ВСК (4 л/га, кг/га) (ЗАО фирма «Август», Россия) | Плесневение семян, фузариоз, бактериоз, пузырчатая головня, корневые и стеблевые гнили | То же |
| 6. КОРРИОЛИС, КС (0,25 л/га, кг/га) | Корневые гнили, пузырчатая головня, плесневение семян | То же |
| 7. ПРЕМИС ДВЕСТИ ф. БАСФ (Швейцария) (0,25 л/га, кг/га) | Корневые гнили, пузырчатая головня, плесневение семян | То же |
| 8. ИНШУР ПЕРФОРМ, КС ф. БАСФ (Германия) (0,5 л/га, кг/га) | Пузырчатая головня, фузариоз, плесневение семян | То же |
| 9. КИНТО ДУО, ТК ф. БАСФ Агро Б. В. (Швейцария) (2,5 л/га, кг/га) | Пузырчатая головня, плесневение семян | То же |
| 10. МАКСИМ XL, СК (1,0 л/га, кг/га) ф. Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария | Плесневение семян, гниль проростков, пузырчатая головня | То же |
| 11. ВИНЦИТ ЭКСТРА ф. Кеминова А/С, Дания (1,0 л/га, кг/га) | Пузырчатая головня, фузариоз | То же |

Фунгициды, препараты для предпосевной обработки семян, разрешенные к применению на территории Республики Беларусь (Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, 2011)

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|---|---|
| АБАКУС, СЭ | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхозспориоз, бурая ржавчина | Опрыскивание в период вегетации (1,5–1,75) |
| | Тритикале озимая | Септориоз листьев и колоса, бурая ржавчина, мучнистая роса, ринхозспориоз | То же |
| | Пшеница озимая | Мучнистая роса, ржавчина, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса, | То же |
| | Ячмень озимый | Мучнистая роса, сетчатая пятнистость | То же |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, ржавчина, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, септориоз листьев, мучнистая роса, фузариоз колоса | То же |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость, | То же |
| АКАНТО ПЛЮС, КС | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхозспориоз, бурая ржавчина | Опрыскивание в период вегетации (0,6) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|---|---|
| АКАНТО ПЛЮС, КС | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхозпориоз, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса, бурая ржавчина | То же (0,5–0,6) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же (0,5–0,6) |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, фузариоз колоса | То же (0,5–0,6) |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость, септориоз, корончатая ржавчина | То же (0,6) |
| АЛИОТ, КЭ | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же (0,4) |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, ринхозпориоз, фузариоз колоса | То же |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, ржавчина, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса, фузариоз колоса | То же |
| | Рапс озимый | Альтернариоз | То же |
| АЛБТО СУПЕР, КЭ | Рожь озимая | Бурая ржавчина, ринхозпориоз, мучнистая роса, церкоспореллез, септориоз | Опрыскивание в период вегетации (0,4) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|---------------------|---|--|---|
| АЛЬТО СУПЕР, КЭ | Тритикале озимая | Септориоз, ржавчина | То же |
| АЛЬТО СУПЕР, КЭ | Ячмень яровой и озимый | Ринхоспориоз, мучнистая роса, септориоз, сетчатая пятнистость, ржавчина, гельминтоспориоз, фузариоз колоса | То же |
| | Рапс яровой | Альтернариоз | Опрыскивание в конце цветения |
| АМИСТАР ЭКСТРА, СК | Пшеница и тритикале озимые, | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,5–0,75) |
| | Пшеница и ячмень яровые | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса, ринхоспориоз, сетчатая пятнистость | То же |
| | Рапс озимый и яровой | Альтернариоз | Опрыскивание в конце цветения – образования стручков (0,75–1,0) |
| | Рапс озимый | Склеротиниоз | Опрыскивание в фазу цветения (1,0) |
| БАМПЕР СУПЕР 490 КЭ | Рожь озимая, пшеница, тритикале, и ячмень озимые и яровые | Мучнистая роса, ржавчина, ринхоспориоз, септориоз листьев, сетчатая пятнистость | Опрыскивание в период вегетации (0,8–1,0) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|---------------------|---|---|---|
| БАМПЕР СУПЕР 490 КЭ | То же | Фузариоз и септориоз колоса | То же (1,0) |
| БРАВО, СК | Пшеница яровая и озимая | Ржавчина бурая, стеблевая и желтая, септориоз при слабом и среднем уровне | Опрыскивание в период вегетации (2,2–3,0) |
| БРОВАР, КЭ | Пшеница яровая | Мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,8–1,0) |
| | Ячмень яровой | Мучнистая роса, сетчатая пятнистость, фузариоз, альтернариоз, гельминтоспориоз колоса | То же |
| | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, ринхоспориоз, бурая ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| ГРИТОЛЬ, КЭ | Рожь и тритикале озимые | Септориоз листьев, ринхоспориоз, мучнистая роса, ржавчина | То же (0,5) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой и озимый | Мучнистая роса, ржавчина, сетчатая пятнистость | То же |
| | Райграс пастбищный, коострец безостый, овсяница луговая | Гельминтоспориоз | То же |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|--------------------|----------------------------------|---|---|
| ГРИТОЛЬ, КЭ | Клевер луговой | Антракноз, аскохитоз, бурая пятнистость | Опрыскивание в фазу стеблевания (1,0) |
| | Рапс озимый и яровой | Альтернариоз | Опрыскивание в конце цветения (0,5) |
| ГРИТОЛЬ, ЭКСТРА КЭ | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса, | Опрыскивание в период вегетации (0,8–1,0) |
| | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, бурая ржавчина | То же |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, ринхоспориоз, бурая ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень озимый | Сетчатая пятнистость, фузариоз и гельминтоспориоз колоса | То же |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса, фузариоз колоса | То же |
| ЗАНТАРА, КЭ | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, септориоз, бурая ржавчина | Опрыскивание в период вегетации (0,8–1,0) |
| | Пшеница озимая и яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев, бурая ржавчина | То же |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|--|---|
| ЗАНТАРА, КЭ | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса | То же |
| ЗЕНОН АЭРО, КЭ | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, ржавчина, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (1,0) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Тритикале озимая | Септориоз листьев и колоса, ринхоспориоз, мучнистая роса, ржавчина, фузариоз колоса | То же (1,0–1,2) |
| | Ячмень яровой и озимый | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса, ринхоспориоз, ржавчина, фузариоз и альтернариоз колоса | То же |
| | Овес | Ржавчина, красно-бурая пятнистость | То же (0,6) |
| ИМПАКТ, СК | Рожь и тритикале озимая | Мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз, ринхоспориоз, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,5) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой и озимый | Мучнистая роса, сетчатая пятнистость, ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость, корончатая ржавчина, фузариоз | То же |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|---|--|
| ИМПАКТ, СК | Рапс | Альтернариоз, серая гниль | Опрыскивание в конце цветения – образования стручков (0,5) |
| ИМПАКТ СУПЕР, КС | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,7–0,9) |
| | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, ржавчина | То же (0,6–0,8) |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, септориоз листьев и колоса, бурая ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же (0,7–0,9) |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса, фузариоз и альтернариоз колоса | То же |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость, корончатая ржавчина | То же (0,6–0,8) |
| | Рапс яровой | Альтернариоз | Опрыскивание в период цветения (0,5–1,0) |
| | Люпин узколистный | Антракноз, бурая пятнистость, серая гниль | Опрыскивание в период вегетации (0,5–1,0) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|----------------------------|----------------------------------|---|--|
| ИМПАКТ ЭКСКЛЮЗИВ, КС | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,5) |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса, ринхоспориоз | То же |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость, корончатая ржавчина | То же |
| | Рапс озимый | Альтернариоз | Опрыскивание в период цветения (0,5) |
| | Рапс яровой | Альтернариоз, мучнистая роса, | То же |
| | Люпин узколистный | Антракноз, бурая пятнистость, серая гниль | Опрыскивание в период вегетации (1,0) |
| КАРАМБА, ВР | Пшеница и тритикале озимые | Фузариоз и септориоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (1,0–1,5) |
| | Пшеница озимая | Церкоспореллез | То же (1,5) |
| | Тритикале озимая | Церкоспореллез, корневые гнили | Опрыскивание посевов в фазу выхода в трубку (1,25–1,5) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|---|---|
| КАРАМБА, ВР | Тритикале озимая | Мучнистая роса | Опрыскивание в период вегетации (1,25–1,5) |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев | То же |
| | То же | Фузариоз и септориоз колоса | То же (1,5) |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, фузариоз и альтернариоз колоса | То же (1,25–1,5) |
| | Рапс озимый | Снежная плесень, корневая гниль | Опрыскивание осенью в фазу 4 наст. листьев культуры (0,8) |
| КОЛОСАЛЬ Про, КМЭ | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,3–0,4) |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса | То же |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса, бурая ржавчина | То же |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса, ринхоспориоз | То же |
| | Пшеница и ячмень яровые | Фузариоз колоса | То же (0,4) |
| | Рожь озимая | Ринхоспориоз, бурая ржавчина | То же (0,3) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|----------------------|----------------------------------|---|--|
| КОЛОСАЛЬ Про, КМЭ | Овес | Красно-бурая пятнистость, септориоз, корончатая ржавчина | То же |
| | Рапс озимый и яровой | Альтернариоз | То же (0,4–0,6) |
| КОЛОСАЛЬ, КЭ | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, ржавчина, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (1,0) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | То же | Ржавчина бурая, стеблевая, желтая | То же (0,5) |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина | То же (1,0) |
| | Ячмень яровой и озимый | Мучнистая роса, ринхоспориоз, ржавчина, фузариоз колоса, сетчатая пятнистость | То же (1,0) |
| | Овес | Ржавчина, красно-бурая пятнистость | То же (1,0) |
| | Рапс | Альтернариоз | Опрыскивание в конце цветения – образования стручков (1,0) |
| | Рапс озимый | Альтернариоз, корневые гнили | Опрыскивание в фазу 4-х листьев |
| ЛАЭРТ, КЭ | Пшеница и тритикале озимые | Мучнистая роса, септориоз листьев | То же (0,4) |
| МАКСОНИ, ВЭ | Рожь озимая | Ринхоспориоз, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,8–1,0) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|--|--|
| МАКСОНИ, ВЭ | Тритикале озимая | Ринхоспориоз, септориоз листьев, септориоз и фузариоз колоса | То же (1,0) |
| | Пшеница яровая и озимая | Септориоз листьев, септориоз и фузариоз колоса | То же (1,0) |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, фузариоз колоса | То же (1,0) |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость, септориоз, ржавчина, | То же (0,8–1,0) |
| | Рапс озимый и яровой | Альтернариоз | То же (1,0) |
| МЕНАРА, КЭ | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,4–0,5) |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса, фузариоз, альтернариоз и гельминтоспориоз колоса | То же |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, септориоз листьев, септориоз и фузариоз колоса | То же |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Рапс озимый | Альтернариоз | Опрыскивание в конце цветения – образования стручков (0,4–0,5) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|---|---|---|
| МИСТИК, КЭ | Пшеница, рожь и тритикале озимые | Мучнистая роса, ринхоспориоз, бурая ржавчина, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (0,8–1,0) |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев | То же |
| | То же | Септориоз и фузариоз колоса | То же (1,0) |
| | Ячмень яровой | Мучнистая роса, сетчатая пятнистость, фузариоз и гельминтоспориоз колоса | То же |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость листьев, корончатая ржавчина, | То же (0,8–1,0) |
| | То же | Красно-бурая пятнистость метелки | То же (1,0) |
| | Рапс озимый | Альтернариоз | Опрыскивание в конце цветения (0,75–1,0) |
| ОРИУС 250 ВЭ | Рожь озимая пшеница, тритикале и ячмень озимые и яровые | Мучнистая роса, септориоз листьев ринхоспориоз, ржавчина, сетчатая пятнистость | Опрыскивание в период вегетации (0,8–1,0) |
| | То же | Фузариоз, септориоз колоса | То же (1,0) |
| | Овес | Ржавчина, красно-бурая пятнистость листьев | То же (0,8–1,0) |
| | Рапс озимый и яровой | Альтернариоз | Опрыскивание в фазу конец цветения – начало образования зеленого стручка (0,75–1,0) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|---------------------------------------|---|---|
| ОСИРИС, КЭ | Пшеница озимая | Септориоз листьев, бурая ржавчина | Опрыскивание в период вегетации (1,0–1,5) |
| | То же | Септориоз и фузариоз колоса | То же (1,5–2,0) |
| | То же | Септориоз листьев, бурая ржавчина, септориоз и фузариоз колоса | То же (1,0) |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость | То же (1,0–1,5) |
| | То же | Фузариоз и гельминтоспориоз колоса | То же (1,5–2,0) |
| ПИКТОР, КС | Рапс озимый и яровой | Альтернариоз, склеротиниоз | Опрыскивание в фазу цветения (0,4–0,5) |
| | Рапс озимый | Серая гниль | Опрыскивание в период вегетации (0,5) |
| | Подсолнечник | Склеротиниоз | Опрыскивание в фазу начала цветения (0,4–0,5) |
| ПОНЕЗИМ, КС | Пшеница и рожь озимые, пшеница яровая | Церкоспореллезная прикорневая гниль, мучнистая роса | Опрыскивание в период вегетации (0,6) |
| | Ячмень яровой | Корневые гнили, мучнистая роса | То же |
| ПРИЗМА 250, КЭ | Пшеница озимая | Септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же (0,5) |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|---|--|
| ПРИЗМА 250, КЭ | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, фузариоз и гельминтоспориоз колоса | То же (0,5) |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же (0,5) |
| ПРОЗАРО, КЭ | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхозпориоз, бурая ржавчина, септориоз листьев | Опрыскивание в период вегетации (0,6–0,8) |
| | То же | Септориоз и фузариоз колоса | То же (0,8–1,0) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев | То же (0,6–0,8) |
| | То же | Септориоз и фузариоз колоса | То же (0,8–1,0) |
| | Ячмень озимый | Мучнистая роса, ринхозпориоз | То же (0,6–0,8) |
| | То же | Фузариоз колоса | То же (0,8–1,0) |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса | То же (0,6–0,8) |
| | То же | Фузариоз и гельминтоспориоз колоса | То же (0,8–1,0) |
| | Рапс озимый | Альтернариоз, фомоз корневые гнили | Опрыскивание растений в фазу 4–6 листьев (0,6–1,0 г/л) |
| | То же | Альтернариоз, склеротиниоз | Опрыскивание в фазу цветения (0,6–0,8) |
| | Рапс яровой | Альтернариоз | То же |
| РЕКС ДУО, КС | Рожь озимая | Мучнистая роса, бурая ржавчина, ринхозпориоз | Опрыскивание в период вегетации, (0,6) |

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|--|---|
| РЕКС ДУО, КС | Тритикале озимая | Септориоз, ржавчина, ринхоспориоз, фузариоз колоса | Опрыскивание посевов в фазу выхода в трубку (ст. 31–32) |
| | То же | Церкоспореллез, корневые гнили | То же |
| | Пшеница озимая | Мучнистая роса, ржавчина, септориоз, церкоспореллез | Опрыскивание в период вегетации (0,4–0,6) |
| | То же | Фузариоз и альтернариоз колоса | То же (0,6) |
| | Ячмень озимый | Мучнистая роса, сетчатая пятнистость | То же |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, ржавчина, септориоз, фузариоз и альтернариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой | Мучнистая роса, ринхоспориоз, ржавчина, сетчатая пятнистость, фузариоз и альтернариоз колоса | То же |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость, | То же |
| | Горох | Аскохитоз, серая гниль | Опрыскивание при появлении первых признаков болезней, (0,6) |
| РЕКС С, КС | Рожь озимая | Ринхоспориоз, мучнистая роса, бурая ржавчина, | Опрыскивание в период вегетации (0,75–1,0) |
| | Пшеница озимая и яровая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, | То же (0,5–0,75) |
| | Тритикале озимая | Септориоз, ржавчина, | То же (0,75) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|---|--|
| РЕКС С, КС | Ячмень яровой | Мучнистая роса, сетчатая пятнистость, септориоз | То же |
| СЕТАР, СК | Рапс озимый | Альтернариоз, корневая гниль | Опрыскивание осенью в фазу 4 наст. листьев, весной в фазу роста стебля (0,3–0,5) |
| СТРАЙК, КС | Рожь озимая | Мучнистая роса, бурая ржавчина, ринхоспориоз | Опрыскивание в период вегетации (0,5) |
| | Тритикале озимая | Септориоз листьев и колоса, ржавчина, ринхоспориоз, мучнистая роса, фузариоз колоса | То же |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, ржавчина, септориоз, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой и озимый | Сетчатая пятнистость, мучнистая роса, ржавчина, фузариоз и альтернариоз колоса | То же |
| | Рапс озимый и яровой | Альтернариоз | Опрыскивание в фазу конец цветения – начало образования зеленого стручка (0,5) |
| | Люпин узколистный | Мучнистая роса, фомопсис, антракноз, бурая пятнистость | Опрыскивание при первых признаках болезней (0,5) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|--|---|---|
| ТЕРСЕЛ, ВД | Люпин узколистый | Антракноз, бурая пятнистость | Опрыскивание в период вегетации (2,5) |
| ТИЛТ, КЭ | Рожь, тритикале | Красно-бурая пятнистость, корончатая ржавчина, мучнистая роса | То же (0,5) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса и септориоз | То же (0,5) |
| | Ячмень яровой и озимый | Мучнистая роса, ржавчина, сетчатая пятнистость | То же (0,5) |
| | Райграс пастбищный, кострец безостый, овсяница луговая | Гельминтоспориоз | То же (0,5) |
| | Клевер луговой | Антракноз, аскохитоз, бурая пятнистость | Опрыскивание в фазу стеблевания (1,0) |
| ТИТАНИУМ 250, ВЭ | Тритикале озимая | Ринхоспориоз, септориоз листьев, септориоз и фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (1,0) |
| | Ячмень яровой | Сетчатая пятнистость, ринхоспориоз | То же (0,8–1,0) |
| | Ячмень яровой | Фузариоз колоса | То же (1,0) |
| | Рапс яровой | Альтернариоз | То же (0,75–1,0) |
| ТИТУЛ ДУО, ККР | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же (0,25–0,32) |
| | Рожь озимая | Ринхоспориоз, мучнистая роса, бурая ржавчина | То же (0,25–0,32) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|----------------------------------|---|---|
| ТИТУЛ ДУО, ККР | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, бурая ржавчина, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Пшеница яровая | Мучнистая роса, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой | Мучнистая роса, сетчатая пятнистость, фузариоз и гельминтоспориоз колоса | То же |
| | Овес | Красно-бурая пятнистость, корончатая ржавчина | То же |
| ТИТУЛ 390, ККР | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, ржавчина, септориоз | Опрыскивание в период вегетации, (0,26) |
| | Пшеница озимая и яровая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Тритикале озимая | Мучнистая роса, ринхоспориоз, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой | Мучнистая роса, ржавчина, сетчатая пятнистость, ринхоспориоз | То же |
| | Овес | Ржавчина, красно-бурая пятнистость | То же |
| | Рапс озимый и яровой | Альтернариоз | Опрыскивание в конце цветения, (0,26) |

Продолжение таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|---|---|--|
| ФЕРАЗИМ, КС | Рожь и тритикале озимые, пшеница и ячмень яровые и озимые | Снежная плесень, гельминтоспориозная и фузариозная корневые гнили, церкоспореллез | Опрыскивание в период вегетации, (0,3–0,6) |
| | То же | Мучнистая роса | То же (0,5–0,6) |
| ФЛЕКСИТИ, КС | Пшеница озимая | Мучнистая роса, церкоспореллезная прикорневая гниль | То же (0,3) |
| | Рожь и тритикале озимые | Мучнистая роса, церкоспореллезная прикорневая гниль | То же |
| | Пшеница и ячмень яровые | Мучнистая роса | То же |
| ФОЛИКУР БТ, КЭ | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхозспориоз, ржавчина, фузариоз колоса | Опрыскивание в период вегетации (1,0) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой и озимый | Мучнистая роса, ринхозспориоз, ржавчина, сетчатая пятнистость | То же |
| | Овес | Мучнистая роса, ржавчина, красно-бурая пятнистость, | То же |
| | Люпин желтый и узколистный (семенные посевы) | Антракноз, бурая пятнистость, серая гниль, фомопсис | Опрыскивание при появлении первых признаков болезней (1,0) |
| | Рапс озимый (семенные посевы) | Альтернариоз | Опрыскивание в фазу конец цветения (0,75–1,0) |

Окончание таблицы

| Торговое название | Культура, обрабатываемые объекты | Заболевание | Время обработки, (нормы расхода, л/га, кг/га) |
|-------------------|---|---|---|
| ХАРИЗМА, КЭ | Рожь озимая | Мучнистая роса, ринхозспориоз, ржавчина | Опрыскивание в период вегетации (1,0) |
| | Пшеница озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же (0,8) |
| | Пшеница яровая и озимая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, фузариоз колоса | То же (1,0) |
| | Тритикале озимая | Септориоз, бурая ржавчина | То же (0,8–1,0) |
| | Ячмень яровой | Мучнистая роса, сетчатая пятнистость, ринхозспориоз, ржавчина, фузариоз и альтернариоз колоса | То же (1,0) |
| ЭХИОН, КЭ | Рожь и тритикале озимые | Мучнистая роса, ржавчина, септориоз, ринхозспориоз, церкоспореллез | То же (0,5) |
| | Пшеница озимая и яровая | Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, пиренофороз, фузариоз колоса | То же |
| | Ячмень яровой и озимый | Мучнистая роса, ржавчина, сетчатая пятнистость | То же |
| | Райграс пастбищный, коострец безостый, овсяница луговая | Гельминтоспориоз | То же |
| | Клевер луговой | Антракноз, аскохитоз, бурая пятнистость | Опрыскивание в фазу стеблевания (1,0) |
| | Рапс яровой (на технические цели) | Альтернариоз, мучнистая роса, | Опрыскивание в конце цветения (0,5) |

Список ТНПА для исследования растительных кормов

| №п/п | ТНПА | Методы исследования кормов |
|------|----------------------|---|
| 1 | ГГГОСТ 13586.3-83 | ЗЕРНО. Правила приемки и методы отбора проб для микробиологического анализа |
| 2 | ГОСТ 30483-97 | ЗЕРНО. Определение содержания головневых зерен |
| 3 | ГОСТ 13496.11-74 | ЗЕРНО. Метод определения содержания спор головневых грибов |
| 4 | ГОСТ 12044-93 | СЕМЕНА сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями |
| 5 | ГОСТ 13496.7-97 | ЗЕРНО фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения токсичности |
| 6 | ГОСТ 13496.0-80 | КОМБИКОРМА, сырье. Методы отбора проб |
| 7 | ГОСТ 13496.10-80 | МЕТОД определения содержания спор головневых грибов в комбикормах |
| 8 | СТБ 1595-2008 | КОРМА, комбикорма, комбикормовое сырье. Экспресс-метод определения токсичности |
| 9 | ГОСТ 27262-87 | КОРМА растительного происхождения. Методы отбора проб |
| 10 | ГОСТ 27978-88 | КОРМА зеленые. Технические условия |
| 11 | ГОСТ 23637-90 | СЕНАЖ. Технические условия |
| 12 | СТБ 1223-2000 | СИЛОС из кормовых растений. Общие технические условия |
| 13 | СТБ 2015-2009 | ЗЕРНОСЕНАЖ. Общие технические условия |
| 14 | ГОСТ 23513-78 | КОРМОПРОИЗВОДСТВО. Термины и определения |
| 15 | ТКП 1.1-2004 (04100) | Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки технических кодексов установившейся практики |

| №п/п | ТНПА | Методы исследования кормов |
|------|----------------------|--|
| 16 | ТКП 1.5-2004 (04100) | Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила построения, изложения, оформления и содержания технических кодексов установившейся практики и государственных стандартов |
| 17 | Методич. указания | Методические указания по отбору и транспортировке проб биологического материала и кормов для лабораторных исследований в НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины |
| 18 | Методич. указания | Методические указания по отбору патологического материала, крови, кормов и пересылки их для лабораторного исследования, утвержденных ГУВ МСХиП РБ от 16.01.2008 (№ 10-1-5/36) |
| 19 | Методич. указания | Лабораторные исследования в ветеринарии. Бактериальные инфекции. Правила отбора и бактериологического исследования кормов животного и растительного происхождения, утвержденными Главным Управлением Ветеринарии с Государственной ветеринарной и Государственной продовольственной инспекциями Минсельхозпрода Республики Беларусь, от 17.12. 2007, приказ № 10-2-5/1119. |
| 20 | Методич. указания | Методические указания по ускоренному санитарно-бактериологическому контролю кормов и продукции животного происхождения на наличие сальмонелл, энтеропатогенных эшерихий, иерсиний в реакции коагуляции и микроагглютинации, утвержденных ГУВ МСХ и П РБ 16.01.2007 (№ 10-1-5/37) |
| 21 | Методич. указания | Методические указания по биологическому методу в диагностике бактериальных инфекций, утвержденные ГУВ МСХиП РБ 10.04.2007 (№ 10-1-5/307) |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Перечень условных обозначений | 3 |
| Введение | 6 |
| 1. Факторы, влияющие на качество кормов | 8 |
| 1.1. Научные основы заготовки зернофуража, силоса, сенажа | 8 |
| 1.2. Источники контаминации растений и кормов на всех этапах их производства | 20 |
| 1.3. Причины распространения и усиления вредоносности фузариев | 58 |
| 2. Контаминация кормов вредными продуктами метаболизма бактерий и грибов | 67 |
| 2.1. Общие эффекты загрязнителей кормов растительного происхождения | 68 |
| 2.2. Загрязнение кормов аминами и другими токсигенными продуктами гнилостного брожения | 76 |
| 2.3. Контаминация силосованных кормов нитрозаминами | 79 |
| 2.4. Вторичные метаболиты грибов в недоброкачественных кормах | 80 |
| 2.4.1. Микотоксикозы и их клинические проявления | 83 |
| 2.4.2. Общие проблемы, связанные с микотоксинами | 113 |
| 3. Предупредительные меры по ограничению контаминации кормов | 120 |
| 3.1. Контроль контаминантов кормов | 121 |
| 3.1.1. Биотесты для определения общей токсичности кормов | 121 |
| 3.1.2. Оценка кормов по микологическим и бактериологическим показателям | 129 |
| 3.1.3. Экспресс-методы определения микотоксинов | 133 |
| 3.2. Пути предупреждения загрязнения кормов | 148 |
| 3.2.1. Меры борьбы с болезнями растений | 148 |
| 3.2.2. Методы предотвращения порчи кормов | 155 |
| 3.2.3. Общие лечебно-профилактические мероприятия при микотоксикозах | 184 |

| | |
|---|------------|
| 4. Основные ТНПА микологической и бактериологической безопасности кормов | 202 |
| 4.1. Международные нормативные требования к качеству и предельному содержанию микотоксинов в кормовом сырье и кормах растительного происхождения..... | 203 |
| 4.2. Ветеринарно-санитарные правила Республики Беларусь | 206 |
| Заключение | 215 |
| Библиография | 219 |
| Приложение 1 | 233 |
| Приложение 2 | 234 |
| Приложение 3 | 254 |

Репозиторий БарГУ

Научное издание

Абраскова Светлана Викторовна

Шашко Юрий Константинович

Шашко Марина Николаевна

БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КОРМОВ

Редактор *Н. В. Яковенко*

Художественный редактор *И. Т. Мохнач*

Технический редактор *О. А. Толстая*

Компьютерная верстка *О. М. Пархоменко*

Подписано в печать 18.09.2013. Формат 84×108^{1/32}. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 13,6. Уч.-изд. л. 10,7.

Тираж 152 экз. Заказ 174.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом
«Беларуская навука». ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009.

Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.