



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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КОРМОВ



УДК 636.085.34

Абраскова, С. В. Биологическая безопасность кормов / С. В. Абраскова, Ю. К. Шашко, М. Н. Шашко – Минск: Беларусь. наука, 2013. – 257 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.

Р е ц е н з е н т ы :

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

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.

1

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО КОРМОВ

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 (клостридии, 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 насыщенности 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 фузари 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, самосогревается, 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 гомоферментативных молочнокислых культур. **Гетероферментативные** формы молочнокислых бактерий менее желательны, т. к. выход энергии на 1 моль глюкозы оказывается на 1/3 ниже, чем у гомоферментативных: 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 (клубиридией), 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 успевают 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 провяленных 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 провяленном 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 проявленной 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;

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 несилосующихся и трудносилосующихся 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 трудносилосуемых 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 сахаро-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 несколько 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 головни, 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 находящиеся 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 фитозащиты 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 отвеиваются.

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

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.