

Микробная контаминация корма в птицеводстве: скрытая угроза

В.П. БОРОДАЙ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, академик АНВО Украины

Т.И. ФОТИНА, доктор ветеринарных наук, профессор, Сумской национальной аграрный университет, Украина

П.Ф. СУРАЙ, доктор биологических наук, профессор, Шотландский с.-х. колледж, Великобритания; иностранный член РАСХН

Качество корма является важнейшим фактором, определяющим эффективность яичного и мясного птицеводства. С одной стороны, корм вносит львиную долю в затраты на производство птицеводческой продукции. С другой стороны, дисбаланс питательных и биологически-активных веществ в корме часто является причиной низкой продуктивности и высокой чувствительности птицы к различным заболеваниям. В частности, роль сбалансированного кормления в поддержании высокой иммунокомпетентности птицы всегда была и остается вопросом номер один (Фисинин, Сурай, 2011). Несмотря на несомненные успехи последних лет в оптимизации кормления мясной и яичной птицы, роль микробной контаминации корма в снижении эффективности производства, без сомнения, требует дополнительного внимания. По заключению ряда зарубежных экспертов кормовые ингредиенты, используемые для приготовления комбикорма для птицы, часто контаминированы различными микроорганизмами. При этом, часть микроорганизмов остаются относительно безвредными, в то время как другие, включая кишечную палочку, клостридии и сальмонеллу, нуждаются в строгом контроле. Целью настоящей статьи является рассмотрение важнейших вопросов контроля бактериальной обсемененности корма в птицеводстве.

Микробная контаминация корма

Корм является переносчиком многих микроорганизмов. Главным путем попадания микроорганизмов в кормовые средства является перенос почвы ветром, дождь, механическое соприкосновение или же перенос насекомыми и грызунами. Некоторые микроорганизмы приспособились выживать в условиях бедных питательными веществами, например, в почве. Кишечные патогены также могут попасть в пищевую цепь через помет животных и его использование в качестве удобрений. Другие микроорганизмы попадают в корм в процессе его хранения. Разнообразие микробной популяции, обнаруживаемой в различных кормовых средствах, зависит от активности воды, концентрации кислорода, величины рН и состава питательных веществ корма. Рост микрофлоры зависит от влажности кормового средства. В целом, влажность корма и кормовых ингредиентов является определяющим фактором для их дальнейшего роста. Некоторые микроорганизмы, главным образом плесени, приспособились к низкому содержанию влаги и способны дальше размножаться в таких условиях при хранении зерновых и масличных культур. Другие микроорганизмы образуют споры или же находятся в "законсервированном" состоянии до тех пор, пока не будет достаточ-

но влаги для их размножения.

Загрязняющие микроорганизмы снижают качество корма за счет

- снижения сухого вещества и питательных веществ в корме,
- вызывая неприятный запах,
- способствуя слеживанию корма,
- путем физического повреждения,
- из-за выработки различных токсинов, которые отрицательно сказываются на здоровье животных.

Кроме того, корм является своеобразным переносчиком патогенов к животным и далее к человеку (табл. 1). Тип корма, процесс его переработки и условия хранения являются важнейшими факторами, определяющими количество и тип присутствующих микроорганизмов.

Как уже упоминалось, корм может содержать различную микрофлору, которая появляется с различных источников, включая пыль, почву, воду и насекомых. Кормовые средства могут быть инокулированы микроорганизмами в любое время в процессе роста зерновых, сбора урожая, его переработки, хранения и приготовления конечного корма.

Зерновые и масличные культуры содержат различную микрофлору и популяция микроорганизмов варьирует от 5×10^3 до $1,6 \times 10^8$ CFU/г (colony forming units - колониеобразующих единиц) и они высокоустойчивы к

низкой влажности. Микробильное загрязнение происходит, главным образом, через пыль, когда почва нарушается при уборке урожая, а также при сильном ветре и дожде. Считается, что во многих случаях в почве преобладают грамм-отрицательные бактерии. Насекомые играют важнейшую роль в переносе микроорганизмов между зерновыми как перед уборкой, так и во время их хранения.

Приспособительные механизмы бактерий для выживания в различных условиях внешней среды все еще до конца не расшифрованы. Например, в исследованиях с высушенным пометом было показано, что *E. Coli* может быть выделена через 85 дней компостирования, в то время как сальмонелла в этих условиях выжила лишь 25 дней. Другая группа ученых показала, что кишечная палочка и сальмонелла в количествах на уровне 10^3 определялась в помете через 8 недель его компостирования. К тому же, некоторые анаэробные спорообразующие микроорганизмы, такие как *Clostridium*, могут существовать длительное время в виде вегетационных клеток или спор и при попадании в кишечник они начинают активно размножаться.

Экскременты от диких или домашних животных, которые питаются зерновыми или же близрастающими другими культурами, могут также быть источником дополнительного бактериального загрязнения зерновых. Например, во многочисленных исследованиях сальмонеллу выделяли от мышей, крыс, голубей, ворон и др. Хищники, такие как лисы и домашние коты, могут съедать контаминированных мышей или других грызунов и становиться источником дальнейшего заражения. Важно отметить, что мухи и другие насекомые, питающиеся пометом, также могут являться как векторами, так и резервуарами патогенов во внешней среде.

Бактериальная популяция также существенно варьирует в зависимости от типа кормового сред-

ства. Наиболее распространенным родом бактерий, обнаруживаемых в кормах является *Eubacteriales*. При этом ученые обнаружили бактерии принадлежащие по крайней мере к пяти различным семействам рода *Eubacteriales*, включая *Achromobacteriaceae* (*Alcaligenes*, *Achromobacter* and *Flavobacterium*), *Enterobacteriaceae* (*Escherichia*, *Enterobacter*, *Paracolobactrum*, *Proteus* and *Serratia*), *Micrococcaceae* (*Micrococcus* and *Sarcina*), *Brevibacterium* (*Brevibacteriaceae*) и *Bacillaceae* (*Bacillus*, *Bacterium*, and *Clostridium*).

Кишечная палочка выделяется в непереработанном корме птиц в 72-100% случаев. Существует значительное видовое разнообразие микробильной загрязненности кормовых средств. Например, *Pseudomonas* выделялся в овсе, в то время как в пшенице обнаруживали, главным образом, *Micrococcus*, тем не менее в большинстве кормовых средств обнаруживают *Bacillus*, *Serratia*, *Clostridium* и плесени. Для птицеводства важнейшее значение имеет загрязнение кормов бактериями рода *Clostridia*, *E. coli* и *Salmonella*.

Среди клинических проявлений бактериальной этиологии следует отметить язвенный энтерит и некротический энтерит (клостридии), птичью холеру (пастерелла), аэросакулит и перикардит (*E. coli*), эндокардит (стрептококк), сепсис (стрептококк, стафилококк, *E. coli*, бациллы), диарею и энтерит (стрептококк, псевдомонии, *E. coli*, бациллы). Субклиническое проявление избыточной бактериальной обсемененности корма проявляется в нарушениях желудочно-кишечного тракта (раздражение и покраснение кишечного тракта), что приводит к повреждению ворсинок, вызывает ухудшение пищеварения и нарушает усвоение питательных веществ. Это, в свою очередь, приводит к снижению темпов роста и к ухудшению эффективности использования корма (конверсии), а также к

снижению однородности стада. Особого внимания заслуживает вопрос влияния бактериальной обсемененности корма на иммунную систему, которая, с одной стороны, работает с перенапряжением, включаясь в эффективную борьбу с патогенами, что приводит к перерасходу питательных и биологических активных веществ на поддержание иммунитета. С другой стороны, если иммунная система не в силах справиться с потоком патогенов, происходит ее истощение и снижение иммунокомпетентности, что, в свою очередь, приводит к повышенной чувствительности к бактериальным и вирусным инфекциям, к снижению эффективности вакцинаций, ухудшению сохранности животных и увеличению падежа (Фисинин и Сурай, 2011).

Пути снижения бактериальной обсемененности корма

Одним из методов снижения отрицательного влияния высокой бактериальной обсемененности корма на продуктивность с-х. птиц является введение в корм различных органических кислот. При этом главная идея заключалась в том, что с помощью органических кислот рН различных отделов кишечника, включая зоб, мышечный желудок, тонкий кишечник, толстый кишечник и слепые отростки толстого кишечника, будет снижаться, что предотвратит размножение патогенов и окажет защитный эффект. Кроме того, предполагалось, что органические кислоты в определенных концентрациях и смесях способны проникать внутрь бактерий, замедляя их рост и развитие.

Продукты на основе органических кислот вводятся в корм в количестве от 0,2 до 2% для подавления роста патогенных бактерий. При этом эффективность данных продуктов варьирует в широких пределах и зависит от:

- уровня контаминации (при высокой контаминации корма

сальмонеллой органические кислоты не эффективны),

- используемой смеси кислот,
- физической формы (сухие или жидкие),
- используемой дозы (дозы менее 1% редко оказываются эффективными),
- состава рациона (белковые компоненты корма могут снижать эффективность обработки),
- влажности корма,
- химической формы продукта (кислоты или их соли).

Критический анализ литературных данных по влиянию органических кислот на деконтаминацию корма представлен в таблице 2. Из результатов исследований, представленных в данной таблице видно, что эффективность органических кислот в отношении деконтаминации корма сальмонеллой варьирует в широких пределах, а во многих случаях они оказываются просто не эффективными.

Таким образом, следует отметить ряд серьезных проблем, которые не решаются с помощью органических кислот:

1. Согласно недавнему комплексному анализу, проведенному рядом зарубежных исследователей (Wales et al., 2010; Berge and Wierup, 2012), было установлено, что для эффективной защиты от патогенов необходимо снизить уровень pH корма ниже 5. Авторы также отметили, что эффективная доза органических кислот в корме, снижающая его кислотность до желаемой величины (pH-5), весьма высока и очень часто превышает 10 кг на тонну комбикорма. При дозах ниже 5 кг комбикорма эффект органических кислот на бактериальную обсемененность корма незначительный.

2. Органические кислоты в используемых в Украине и ближнем зарубежье концентрациях (1-3 кг/т комбикорма) не способны справиться с бактериальной обсемененностью корма, включая контаминацию сальмонеллой. При этом они не убивают большинство бактерий в кормах,

а лишь незначительно замедляют их рост. Проблема, по сути своей, не решается, - это лишь страховка от более выраженного негативного эффекта присутствия бактерий в кормах.

3. Идея о том, что органические кислоты в корме способны снижать уровень pH в зобе, желудке и кишечнике и, тем самым, защищать организм от патогенной микрофлоры, не нашла своего подтверждения в научных исследованиях. Так, Thompson and Hinton (1997), показали, что включение в корм смеси муравьиной (68%) и пропионовой (20%) кислот в дозах 6, 8 и 12 кг на тонну корма не изменяло уровень pH в зобе цыплят: эти кислоты всасывались раньше, чем достигали мышечного желудка. Подобным образом, было установлено, что pH зоба цыпленка находится в районе 4,6-5,3 и не изменится при потреблении корма, содержащего пропионовую кислоту в дозе 5 кг/т (Hume et al., 1993). К тому же, очень часто оболочка патогенных бактерий настолько прочная, что органические кислоты не могут проникнуть внутрь.

4. При введении органических кислот в корм важнейшая роль отводится буферной емкости корма, которая определяется составом рациона. Следовательно, эффективность органических кислот во многом зависит от состава рациона и органический матрикс корма существенно влияет на их эффективность.

5. Для эффективного действия органические кислоты требуют определенного минимума влажности корма и часто в промышленных комбикормах не достаточно влажности для оптимального действия органических кислот.

6. При концентрациях, эффективных для борьбы с патогенами (10 кг/т), органические кислоты обладают высокой коррозионной активностью по отношению к используемому оборудованию и их применение требует особой осторожности.

7. Во многих случаях добавление органических кислот в корм

“маскирует” многие микроорганизмы (Carrigue-Mas, et al., 2007), и существующие тесты оценки бактериальной обсемененности корма не всегда выявляют полную картину, и тем самым вводят в заблуждение как ученых, так и производителей.

Новый шаг к обеззараживанию корма

Принимая во внимание вышеупомянутую информацию, американская компания Anitox разработала программу контроля патогенов в кормах с помощью продукта под названием Termin-8, используемого для обработки готового корма и кормовых ингредиентов. Данный продукт эффективен для контроля грамотрицательных бактерий, таких как Salmonella и Escherichia coli (E. coli), наряду с грамположительными бактериями, такими как Staphylococcus и Streptococcus, обеспечивая дополнительный контроль спорообразующих бактерий, таких как Clostridium, в корме и кормовых ингредиентах. В целом, исследования последних лет убедительно показали, что использование вышеупомянутого нового подхода позволяет обеспечить контроль бактериальной обсемененности корма по целому комплексу показателей, включая клостридии, E. coli, сальмонеллу, листерии, стафилококки, стрептококки, псевдомонию, простейшие, бациллы, пастереллы, цитобактерии и энтеробактерии. Процесс использования указанного продукта включает в себя обработку корма формалином в смеси с терпенами и пропионовой кислотой при равномерном распределении продукта между частичками корма. Препарат используется как в жидкой, так и в сухой форме. Такая обработка убивает как бактерии, так и грибки.

Следует отметить, что антибактериальные свойства формалина известны достаточно давно. Например, когда были протестированы 442 бактериальных изолята (Salmonella и E. coli), они показали высокую чувствительность к формальдегиду (Aarestrup

and Hasman, 2004). Подобным образом, когда были протестированы 70 изолятов *E. coli*, то лишь один оказался резистентным к формальдегиду, и требовалась повышенная доза для его уничтожения (Kaulfers and Brandt, 1987). Добавление в продукт терпенов обеспечивает эффективное поражение (продырявливание) оболочки многих бактерий, и формальдегид, проникая внутрь, легко их убивает. При этом активная концентрация формальдегида существенно снижается. Пропионовая кислота позволяет задержать испарение формальдегида и пролонгирует действие препарата. Таким образом, все три активных компонента в этой смеси обеспечивают эффективную систему уничтожения патогенов в корме.

Исследователями также было установлено, что корм, обработанный данным продуктом, не подвергается реконтаминации в течение длительного времени (до 60 дней) и, в отличие от температурной обработки, предотвращает перезаражение корма в процессе его производства, транспортировки и хранения. Свойство данного продукта – препятствовать реконтаминации корма защищено американским патентом в 1997 году (Bland et al., 2007). Фармсовет США одобрил информационную надпись на этикетке о том, что препарат защищает корм от реконтаминации и многочисленные испытания данного продукта подтвердили защитный эффект от бактериальной реконтаминации в течение более 4-х недель. Более того, авторы показали, что использование кормов, обработанных данным препаратом, позволяет улучшить иммунокомпетентность животных и повысить эффективность вакцинаций (Richardson, 2002). Независимые сравнительные испытания вышеупомянутой смеси и органических кислот, проведенные в Великобритании и опубликованные в 2007 году в журнале *Journal of Applied Microbiology*, подтвердили его большую эффективность в срав-

нении с органическими кислотами (Carrigue-Mas, et al., 2007). В этой же работе были показаны “маскирующие” свойства органических кислот при оценке бактериальной обсемененности корма.

Многие комбикормовые заводы в Европе и США используют данный продукт для деконтаминации линий и различных емкостей (силосохранилищ, кормовозов и т.д.) от бактериальной загрязненности. Кроме того, данный продукт эффективно убивает микрофлору как в кормолиниях, так и непосредственно в кормушках (в птичниках или свинарниках). Поскольку продукт работает только в корме, он не имеет остаточного эффекта в кишечнике, не оставляет остаточного количества в тканях животного, яйцах или в молоке, не имеет специального периода времени карантина перед забоем и не убивает полезные бактерии в кишечнике животных.

С апреля 1997 по июнь 1999 года было проведено комплексное обследование индюшиных хозяйств США с целью выяснения устойчивости патогенов к антибиотикам (Nayak and Kenney, 2002). Авторы выяснили, что низкая частота встречаемости сальмонеллы в этих хозяйствах была связана с добавлением в корма продукта на основе формальдегида, терпенов и пропионовой кислоты. Интересно также отметить, что в исследованиях, проводимых в США, данный продукт стал незаменимым компонентом рациона для птиц, в частности для родительского стада (Ekmaу and Coon, 2010).

Включение вышеназванной смеси компонентов при производстве мясной и мясо-костной муки позволяет существенно снизить микробную контаминацию конечного продукта (Downs et al., 2003). Продукт также успешно используется при производстве кровяной муки, используемой в рационах кормления свиней, и такая мука оказалась более эффективной по сравнению с аналогичным продуктом без обработки, позволив увеличить

среднесуточные привесы и улучшить конверсию корма (DeRouchey et al., 2001; 2004).

Проведенные исследования (Anderson and Richardson, 1999) показали, как контроль бактерий в корме может улучшить яйценоскость и здоровье самих несушек. Использование обработанного указанной смесью корма для белых несушек кросса Хай-Лайн W-36 с 17- до 66-недельного возраста способствовало существенному улучшению их продуктивности. Потребление корма снизилось с 113,7 г/день до 113,5 г/день, яйценоскость выросла с 270,1 яиц до 274,7, дневная яйцемасса выросла с 46,7 г до 47,8 г. Количество энтеробактерий на поверхности скорлупы снизилось с 11600 CFU (колониеобразующих единиц, КОЕ)/яйцо до 1460 КОЕ/яйцо. В целом, уровень энтеробактерий снизился с 7233 КОЕ/г до 42 КОЕ/г и уровень колиформ снизился с 597 КОЕ/г до нуля.

Данный продукт также широко используется и в свиноводстве для предупреждения реконтаминации корма и для контроля патогенов у поросят на откорме, а также при кормлении свиноматок (Anderson et al., 2001). Следует особо подчеркнуть, что проблема микробной контаминации корма для свиней не менее, а в ряде случаев даже более важная, чем в птицеводстве, и данный продукт успешно используется при приготовлении корма для свиноматок и свиней на откорме.

Интересный опыт по использованию комбинации формальдегида с пропионовой кислотой и терпенами имеет британский комбикормовый завод FeedCo Ltd, который является совместным предприятием и принадлежит Lloyd's Animal Feeds Ltd (Oswestry, Shropshire) и Farmway Ltd - кооперативу фермеров, созданному в 1964 году. Завод производит более 80 тысяч тонн корма в год, из которого примерно 50% - это корма для птицы. Директор комбикормового завода Ray Asquith недавно отметил, что в законодательстве Великобритании, касаю-

Таблица 1. Бактериальные патогены, обнаруживаемые в кормовых средствах и вызываемые ими болезни (Maciorowski et al., 2007)

| Бактерии | Сиптомы/болезнь | Заметки |
|--|--|---|
| <i>Cl. perfringens</i> | Расширение желудка (приматы), Некротический энтерит (птица) и гангренозный дерматит (индюшата) | Может загрязнять кормовые ингредиенты |
| <i>Cl. botulinum</i> | Ботулизм | Может загрязнять кормовые ингредиенты. Продуцирует шесть иммунологически отличных токсинов |
| <i>Listeria spp. (L. monocytogenes)</i> | Септицемия, аборт, энцефалит и глазные инфекции | Может загрязнять кормовые ингредиенты. Кислотоустойчивые бактерии могут быть найдены в высококачественном силосе с pH < 4 |
| <i>Escherichia coli</i> | Септицемия, целлюлит, синдром вздутой головы (птица) и аэросаккулиты (птица) | Выработала множество приспособительных механизмов и может выживать в различных условиях |
| <i>Salmonella spp.</i> | Энтериты, диарея и септицемия | Способны выживать в различных условиях внешней среды |

щемся контролю сальмонеллы, требования сформулированы таким образом, что если в кормах, производимых его заводом, найдут сальмонеллу, то это будет иметь непоправимые последствия для их дальнейшего бизнеса. То есть, комбикормовый завод просто не может допустить наличие сальмонеллы в кормах. Поэтому практически весь корм для птицы обрабатывается вышеупомянутым продуктом. Если же какой-либо фермер не хочет, чтобы корм обрабатывался, он должен подписать соответствующий документ и взять на себя риск возможной контаминации.

Украинская перспектива биозащиты кормов

Вопрос микробной контаминации корма в Украине является не менее важным, чем в других европейских государствах. При этом существующие методы деконтаминации и предупреждения реконтаминации кормов не всегда достаточно эффективны. Учитывая движение Украины в сторону Европейского сообщества, потребность в эффективных мерах защиты от распространения патогенов через корм стано-

вится все более значимой как для производителей, так и для потребителей.

Сегодня в Украине уже сделан первый шаг в использовании этой эффективной технологии обеззараживания кормов. Продукт Termin-8, состоящий из смеси формальдегида, пропионовой кислоты и терпенов был зарегистрирован британской компанией Фид-Фуд в Украине и уже используется в ряде хозяйств по производству мяса и яиц. Недавние исследования, проведенные в группе компаний "Ландгут Украина", полностью подтвердили вышеприведенные преимущества данной смеси в сравнении с органическими кислотами.

Учитывая высокую эффективность формалина в вышеуказанной смеси при уничтожении грибов и плесеней, обработка кормовых ингредиентов (зерновые, жмыхи, шроты и др.) перед закладкой их на хранение данным продуктом позволяет обеззаразить их и предупредить дальнейшую контаминацию при хранении.

Весьма перспективным представляется использование данного препарата для обеззаражи-

вания кормов животного происхождения, включая рыбную, мясо-костную, кровяную и перьевую муку. Если учесть, что контроль качества входящего сырья кормов животного происхождения задача весьма сложная, чаще всего имеет место высокая бактериальная обсемененность конечного продукта, а это – весьма негативный фактор качества продукта и возможности его широкого применения. Обработав с помощью смеси формалина, терпенов и пропионовой кислоты такие продукты на стадии их производства, можно достичь повышения их кормовой ценности благодаря низкой бактериальной обсемененности.

Таким образом, самая современная технология по биозащите корма от патогенов уже вышла на украинский рынок и сможет помочь в повышении качества кормов и сохранении здоровья продуктивных животных как производителям кормов, так и животноводам и птицеводам.

Все необходимые первоисточники, упоминаемые в данной статье можно получить у авторов - psurai@mail.ru

Таблица 2. Эффективность использования органических кислот для борьбы с сальмонеллой

| Препарат (кислоты) | Доза, кг/т | Результат | Корм | Ссылки |
|--|------------------|--|---------------------|--|
| Муравьиная и пропионовая | 20 | Снижение контаминации | Растительные шроты | Hansen et al., 1995 |
| Муравьиная и пропионовая | 15 | Снижение контаминации при 10^2 колоний, не эффективны при 10^3 - 10^4 контаминации | Рыбная мука | Carrique-Mas et al., 2007 |
| Муравьиная кислота | 15 | Снижение инокуляции <i>S. gallinarum</i> | Комбикорм | Al-Natour and Alshawabkeh, 2005 |
| Муравьиная и пропионовая | 6 | Не снижала количество колоний сальмонелл | Комбикорм | de Albuquerque et al., 1998 |
| Муравьиная и пропионовая | 5,0-6,8 | Незначительно снижала контаминацию сальмонеллой | Комбикорм | Hinton and Linton, 1988 |
| Муравьиная | 3 | Не эффективна в защите от сальмонеллы | Комбикорм | Hinton and Linton, 1988 |
| Муравьиная | 5 | Снижала контаминацию сальмонеллой родительского стада кур | Комбикорм | Humphrey and Lanning, 1988 |
| Муравьиная и пропионовая | 10 | Снижала колонизацию сальмонеллы в слепой кишке | Комбикорм | McHan & Shotts, 1992 |
| Са соль муравьиной кислоты | 7,2 | Не защищала от колонизации цыплят сальмонеллой | Комбикорм | Izat et al., 1990a |
| Муравьиная и пропионовая | 10 | Предупреждало колонизацию сальмонеллой цыплят только при низкой контаминации (50 CFU/г) | Комбикорм | Allen, 1997 |
| Муравьиная и пропионовая | 3 или 6,8 | Лишь незначительно защищали от колонизации (5 CFU/г при 3 кг и 50 CFU/г – для 6,8 кг) | Комбикорм | Allen, 1997 |
| Муравьиная и пропионовая | 10 | Не оказывали защитного действия при 10^3 CFU/г | Рыбная мука | Allen, 1997 |
| Смесь пропионовой кислоты с фосфорной кислотой и изопропиловым спиртом | 2 | Не влияли на обсемененность сальмонеллой птичьего корма | Комбикорм | Duncan and Adams, 1972 |
| Уксусная кислота и соли пропионовой кислоты | 3 | Не защищали мясо-костную муку от сальмонеллы | Мясо-костная мука | Smyser and Snoeyenbos, 1979 |
| Забуференная пропионовая кислота | Вплоть до 100 | Незначительно снизила обсемененность сальмонеллой | Рассыпной комбикорм | Ha et al., 1998 |
| Ацетат и пропионат натрия | 10 | Не влияли на обсемененность сальмонеллой | Рассыпной комбикорм | Park et al., 2003 |
| Забуференная смесь органических кислот | 5 | Незначительно снижали обсемененность сальмонеллой | Комбикорм | Hall, 1988 |
| Забуференная смесь органических кислот | От 2,5 до 20 | Снижала обсемененность сальмонеллой в высоких дозах | Мясо-костная мука | Pumfrey and Nelson, 1991 |
| Муравьиная или пропионовая кислота | 10 | Снижали количество сальмонеллы в слепой кишке | Корм | McHan and Shotts, 1992 |
| Уксусная кислота (УК) и молочная кислоты (МК) | 7 (УК) + 57 (МК) | Не снижали чувствительность к колонизации сальмонеллой | Комбикорм | Heres et al., 2004 |
| Муравьиная (70%) + пропионовая (30%) к-ты | 8 | Не предотвращали колонизацию сальмонеллой слепой кишки | Комбикорм | Glbucia Helaine de Oliveira et al., 2000 |
| Органические кислоты и их соли | Различные | Не защищали при высокой (10^4 - 10^5 CFU/г) обсемененности корма | Корм | Izat et al., 1990a; Hinton et al., 1991; McHan and Shotts, 1992; Humeet al., 1993; Waldroup et al., 1995; Allen, 1997; Al-Natour and Alshawabkeh, 2005). |