



УДК: 579.64

## Влияние биологических и химических консервантов на накопление плесневых грибов и микотоксинов в силосе

### Effects of biological and chemical preparations on accumulation of molds and mycotoxins in silage

Лаптев Г.Ю., Новикова Н.И., Ильина Л.А., Йылдырым Е.А.,  
Никонов И.Н., Филиппова В.А., Бражник Е.А., Корочкина Е.А.  
ООО «Биотроф+»  
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная академия  
ветеринарной медицины»

**Аннотация.** Проведен анализ содержания плесневых грибов и продуктов их метаболизма - микотоксинов в исходном кормовом растительном сырье, а также на различных этапах силосования ежи сборной. Использование химического консерванта приводило к снижению содержания микотоксинов по сравнению с контролем, однако суммарная токсичность силоса относительно уровня ПДК в варианте с применением химического консерванта была высокой, значительно превысив во второй половине хранения контрольные показатели.

**Summary.** The article includes results of analysis of molds and mycotoxins at the original forage plant material and mature silage in the various stages of ensiling of cocksfoot. Use of chemical preparation decreased the accumulation of some mycotoxins in the storage silage. However, the silage' total toxicity in the group with chemical preparation was quite high relatively the level of the maximum permissible concentration.

**Ключевые слова:** плесневые грибы, микотоксины, силос, предельнодопустимые концентрации микотоксинов, биологическая закваска для силосования, химический консервант для силосования.

**Key words:** molds, mycotoxins, forage plants, silage, maximum limit of mycotoxins content, the biological preparation for insiling, the chemical preparation for insiling.

В условиях интенсивного развития животноводства проблема санитарного качества силоса приобретает особенную актуальность. Из-за несоблюдения технологии силосования в среднем в животноводческих хозяйствах Российской Федерации теряется от 25% до 50% консервированных кормов собственной заготовки. Отказ от использования консервирующих препаратов для силосования приводит к потерям белка, энергетической питательности и биологической ценности корма.

Как известно, помимо ухудшения биохимических показателей качества, следствием неправиль-

ной заготовки является развитие в силосе плесневых грибов – продуцентов микотоксинов (1).

Снижение содержания плесневых грибов и микотоксинов в сырье – серьезная проблема, пути решения которой ищут специалисты практически во всем мире. Ее актуальность и значимость связана с тем, что поступление микотоксинов в организм с кормами вызывает ухудшение продуктивности, репродуктивности и иммунного состояния – заболеваний, объединенных под общим названием микотоксикозы (2, 3).

Традиционно считается, что проблема микотоксикозов и зараженности кормов микотоксинами для крупного рогатого скота менее актуальна, чем для птицы и свиней. Однако было установлено, что некоторые микотоксины обладают ярко выраженными антимикробными свойствами, вызывая снижение численности полезных микроорганизмов, в том числе целлюлозолитиков, бацилл, лактат-утилизирующих бактерий (1).

На сегодняшний день сведения по накоплению плесневых грибов и продуктов их метаболизма – микотоксинов в сочных кормах в процессе силосования носят фрагментарный характер и выполнены в основном зарубежными исследователями (4), а также остается невыясненным вопрос о способах решения этой проблемы.

В задачу наших исследований входил анализ содержания микроскопических грибов и микотоксинов на различных этапах силосования, а также исследование влияния биологических заквасок

и химического препарата для консервирования кормов на снижение количества плесневых грибов и их токсичных метаболитов.

Лабораторный опыт по силосованию, а также исследования по анализу накопления микроскопических грибов и микотоксинов в исходном кормовом сырье и силосе были проведены в лаборатории ООО «БИОТРОФ+» в 2014 г.

Изучение содержания микроскопических грибов в силосе проводили с использованием метода Real-time PCR. Это современный молекулярно-генетический метод, основанный на полимеразной цепной реакции с детекцией результатов в режиме реального времени. Применение данного метода дает возможность изучения разнообразия микроорганизмов без ограничений, сопутствующих традиционным методам микробиологии, т.е. минуя стадию культивирования.

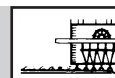
Анализ количества микотоксинов (афлатоксинов, охратоксина, Т-2 токсина, зеараленона, дезоксиниваленола – ДОН) в образцах исходного кормового растительного сырья и силоса проводили с использованием иммуноферментного метода (ИФА).

Количество микотоксинов сравнивали с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) Требований Комиссии таможенного союза от 18 июня 2010 года № 317, состоящими для афлатоксинов – 0,004 мг/кг, охратоксина – 0,005 мг/кг, Т-2 токсина – 0,06 мг/кг, зеараленона – 0,1 мг/кг, ДОН – 1,0 мг/кг(5).

В модельном лабораторном эксперименте по консервированию использовали ежу сборную первого укоса, убранный с поля в фазу выхода в трубку при влажности 65%.

В силосовании использовали штаммы бактерий, входящие в состав коммерческих заквасок Биотроф и Биотроф-111, а также препарат АИВ 3 ПЛЮС.

Биотроф и Биотроф-111 – это закваски производства ООО «БИОТРОФ+» (г. Санкт-Петербург), которые представляют собой размноженные чистые культуры полезных бактерий. Биопрепараты предназначены для консервирования различных культур, в том числе подвяленных культур с низкой влажностью. Закваска Биотроф-111 может использоваться



также для консервирования трудносилосуемых культур (бобово-злаковые смеси, козлятник восточный, клевер, люцерна и др.) (6, 7).

Химический консервант АИВ 2000 ПЛЮС производства «KEMIRA OY» (Финляндия) представляет собой смесь органических кислот (муравьиной, пропионовой, бензойной).

В результате исследований было показано, что заселение трав микроскопическими грибами происходит уже на стадии роста и уборки растений. Так, содержание общего количества грибов в исходном растительном сырье составляло  $2,5 \times 10^5$  геномов/г, грибов рода *Fusarium* sp. –  $3,1 \times 10^3$  геномов/г, грибов рода *Aspergillus* sp. –  $6,8 \times 10^4$  геномов/г.

На 3 сутки силосования ежи сборной наблюдалось резкое возрастание содержания общего количества грибов, так и рода *Aspergillus* sp. отдельно. После 3 суток силосования общее количество грибов резко уменьшалось, затем несколько увеличивалось с 14 суток вплоть до конца срока хранения. Содержание грибов рода *Aspergillus* sp. снижалось после 3 суток вплоть до конца срока силосования.

Количество грибов рода *Fusarium* sp. возрастало на 7 сутки силосования, затем несколько снижалось вплоть до конца срока хранения.

Стоит отметить, что микроскопические грибы принято подразделять на «полевые» и «амбарные». «Полевые» грибы рода *Fusarium* начинают выработку микотоксинов во время вегетации растений и могут продолжать её в период хранения кормов. «Амбарные» грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium* поражают силос во время хранения (Диаза, 2005).

В результате проведенного в лаборатории ООО «БИОТРОФ+» эксперимента показано, что в силосе наблюдается развитие как «полевых» грибов, представителем которых являются грибы рода *Fusarium* sp., так и «амбарных» грибов рода *Aspergillus* sp.

Применение биопрепаратов на основе молочнокислых бактерий (Биотроф), а также на основе бацилл (Биотроф-111) приводило к снижению численности общего

количества грибов, отдельно грибов рода *Aspergillus* sp. и грибов рода *Fusarium* sp.

Применение химического консерванта способствовало снижению численности отдельно грибов рода *Aspergillus* sp. и грибов рода *Fusarium* sp. Однако в варианте с использованием химического консерванта содержание общего количества грибов было выше, чем в контроле на всех этапах силосования.

Необходимо подчеркнуть, что «полевые» грибы рода *Fusarium* sp. способны продуцировать микотоксины зеараленон, Т-2 токсин и ДОН, «амбарные» грибы рода *Aspergillus* sp. – афлатоксин и охратоксин (8).

В связи с этим в лаборатории ООО «БИОТРОФ+» было исследовано содержание данных микотоксинов в кормовом растительном сырье и силосе из ежи сборной на разных этапах его хранения.

Так, в кормовом растительном сырье, предназначенном для закладки на хранение, были обнаружены афлатоксины ( $0,0053 \pm 0,00025$  мг/кг), зеараленон ( $0,0115 \pm 0,00048$  мг/кг) и ДОН ( $1,3 \pm 0,0062$  мг/кг). При этом количество афлатоксинов и ДОН превышало ПДК в 1,3 раза. Отсюда следует, что поражение микотоксинами кормовых культур происходит уже на стадии роста растений в результате развития фитопатогенных грибов. При этом содержание охратоксина и Т-2 токсина было ниже предела достоверного определения методом ИФА.

В результате исследования содержания микотоксинов в силосе из ежи сборной первого укоса на 3-и, 7-е, 14-е и 30-е сутки хранения обнаружены афлатоксины, охратоксин, Т-2 токсин, зеараленон и ДОН со значительными уровнями накопления (табл. 2).

Уровни превышения ПДК афлатоксинов в процессе силосования составляли от 1,4 до 6,8 раз, охратоксина – от 1,2 до 54,4 раз, Т-2 токсина – от 1,4 до 1,8 раз, зеараленона – от 1,2 до 1,5 раз, ДОН – от 1,3 до 5,1 раз.

В процессе силосования ежи сборной (контрольный вариант без добавок) наблюдалось резкое возрастание содержания зеараленона и Т-2 токсина, продуцируемых «полевыми» грибами, и

незначительное увеличение афлатоксинов и охратоксина, продуцируемых «амбарными» грибами, по сравнению с исходным растительным сырьем. Известно, что в результате резкого изменения условий окружающей среды (температуры, влажности, воздействия химических веществ) продуцирование микотоксинов микроскопическими грибами увеличивается (8). В нашем эксперименте воздействие условий окружающей среды в процессе силосования могло, возможно, послужить стрессовым фактором, спровоцировавшим активный синтез зеараленона и Т-2 токсина «полевыми» грибами рода *Fusarium* вплоть до 14-и суток хранения силоса.

При этом количество всех исследованных микотоксинов (кроме охратоксина) уменьшалось во второй половине срока хранения. Содержание ДОН резко возрастало на 3-и сутки хранения по сравнению с исходным сырьем, на 7-е сутки количество данного микотоксина стремительно падало.

Возможно, ДОН и в некоторой степени Т-2 токсин, зеараленон и афлатоксин претерпевают биодеструкцию в силосе под влиянием микроорганизмов. Охратоксин, вероятно, в силосе разложению не подвержен. Приведенные данные согласуются с результатами зарубежных исследователей (9), показавших, что содержание микотоксина ДОН значительно снижается в процессе силосования.

Кроме того, был проведен линейный корреляционный анализ исследования взаимосвязи между содержанием плесневых грибов и количеством микотоксинов в силосе. Увеличение содержания ДОН было связано с возрастанием количества грибов рода *Fusarium* в процессе хранения силоса (коэффициент корреляции 0,85).

В связи с вышеописанным консервирующие препараты, используемые для силосования, должны не только обеспечивать получение качественного корма, сбалансированного по содержанию белка, энергетической питательности, биологической ценности, но и обладать мощной фунгицидной активностью, сдерживая накопление микотоксинов, продуцируемых грибами во время хранения.



Известно, что потенциальной способностью к подавлению развития микроскопических грибов, а также к деструкции токсичных продуктов их метаболизма обладают некоторые штаммы молочнокислых бактерий и бацилл (10).

Так, в результате проведенного нами исследования содержания афлатоксинов в силосе из ежи сборной показано, что применение биологических заквасок на основе молочнокислых бактерий (Биотроф) и бацилл (Биотроф-111) позволило уменьшить содержание афлатоксинов на 12,9-23,9% и 7,0-43,6%, соответственно, в течение всего периода силосования по сравнению с контролем. В конце срока хранения силоса количество афлатоксинов в вариантах с применением заквасок Биотроф и Биотроф-111 было ниже на 17,7 и 9,1%, соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

На 3-и, 7-е и 14-е сутки хранения количество афлатоксинов в варианте с применением химического консерванта было выше на 8,9, 34,5 и 26,8% по сравнению с контролем. На 30-е сутки хранения количество афлатоксинов снизилось на 31,1% по сравнению с контролем.

Кроме того, использование заквасок на основе молочнокислых бактерий и бацилл приводило к значительному снижению содержания охратоксина на протяжении всего периода силосования по сравнению с контролем. Исключение составляют 7-е сутки хранения, когда данный токсин был обнаружен в количестве  $0,0003 \pm 0,000007$  мг/кг в варианте с применением биопрепарата Биотроф-111 (на основе бацилл), тогда как в контрольном варианте содержание охратоксина было ниже предела достоверного определения методом ИФА. В конце срока хранения силоса количество охратоксина в вариантах с применением заквасок Биотроф и Биотроф-111 было ниже на 21,4 и 34,9%, соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

В варианте с применением химического консерванта содержание охратоксина было значительно выше на протяжении всего периода силосования по сравнению с контролем. В конце срока хранения количество охратоксина было выше на 822% по сравнению с контролем.

Стоит отметить, что применение закваски Биотроф-111 (на основе бацилл) и химического консерванта приводило к некоторому увеличению Т-2 токсина на 3-и сутки хранения по сравнению с контролем. Однако, начиная с 7 суток вплоть до конца срока хранения силоса, происходило значительное снижение количества данного токсина в вариантах с применением закваски на основе бациллы химического консерванта. Исключение составляет вариант с применением химического консерванта на 30-е сутки силосования, когда содержание Т-2 токсина было выше на 6,7% по сравнению с контролем.

При этом, начиная с середины срока вплоть до конца хранения силоса, происходило уменьшение количества Т-2 токсина в вариантах с применением закваски Биотроф (на основе молочнокислых бактерий).

Кроме того, использование заквасок Биотроф, Биотроф-111 и химического консерванта приводило к значительному снижению количества зеараленона на протяжении всего периода силосования по сравнению с контролем. Исключение составляют 7-е сутки хранения, когда содержание данного токсина во всех опытных вариантах было выше, чем в контроле.

Необходимо подчеркнуть, что применение закваски на основе бацилл приводило к снижению содержания ДОН на 25,6-55,8% с 7-х по 30-е сутки хранения силоса. Использование закваски на основе молочнокислых бактерий приводило к уменьшению количества ДОН на 3 и 7 сутки хранения. В конце срока хранения содержание ДОН в варианте с применением Биотрофа было на уровне контрольного варианта. При этом применение химического консерванта способствовало значительному увеличению количества ДОН на 3-и, 14-е и 30-е сутки хранения: от 16,3 до 197,9%.

Известно, что токсичные метаболиты грибов, находясь в кормах в синергизме, дополняют и усиливают токсическое действие друг друга. Поскольку в исследованном нами силосе из ежи сборной микотоксины присутствовали в сочетании, то для уточнения и сравнения эффекта воздействия

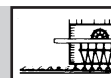
препаратов для силосования нами был определена суммарная токсичность силоса. Эта величина приравнивалась к сумме превышений уровней ПДК по афлатоксинам, охратоксину, Т-2 токсину, зеараленону и ДОН в процессе хранения силоса.

На протяжении всего периода силосования суммарная токсичность силоса в вариантах с использованием биопрепаратов Биотроф (на основе лактобактерий) и Биотроф-111 (на основе бацилл) была ниже, чем в контроле. Наименьшая суммарная токсичность силоса была в варианте с применением закваски Биотроф-111.

При этом суммарная токсичность силоса в варианте с применением химического препарата была наибольшей, значительно превысив во второй половине хранения силоса контрольные показатели (на 3,1-9,3 ПДК).

Как было отмечено выше, в результате резкого изменения условий окружающей среды (температуры, влажности, воздействия химических веществ) продуцирование микотоксинов микроскопическими грибами увеличивается. В связи с этим в нашем эксперименте воздействие химического консерванта могло послужить стрессовым фактором, спровоцировавшим активный синтез микотоксинов микроскопическими грибами.

Подводя итог вышеизложенному, следует отметить, что эксперимент данного масштаба по изучению динамики накопления плесневых грибов и микотоксинов в силосе на разных этапах его хранения проведен в России впервые. Нами показано, что микроскопические грибы начинают выработку микотоксинов во время вегетации растений и активно продолжают её в период хранения силоса. Применение заквасок на основе молочнокислых бактерий (Биотроф) и бацилл (Биотроф-111) позволило сдерживать накопление микотоксинов по сравнению с контролем без добавок. Наибольшим эффектом сдерживания накопления микотоксинов обладала закваска на основе бацилл Биотроф-111. Вероятно, положительный эффект от применения заквасок был связан с угнетением развития плесневых грибов и биодеструкции продук-



тов их метаболизма под воздействием полезных бактерий, входящих в состав данных препаратов. Использование химического консерванта приводило к некоторому снижению содержания отдельных микотоксинов по сравнению с контролем, однако суммарная токсичность силоса относительно уровня превышения ПДК в варианте с применением химического консерванта была высокой, значительно превысив во второй половине хранения контрольные показатели. Как было отмечено выше, в результате резкого изменения условий окружающей среды продуцирование микотоксинов микроскопическими грибами увеличивается. В связи с этим в нашем эксперименте воздействие химического консерванта могло послужить стрессовым фактором, спровоцировавшим активный синтез микотоксинов микроскопическими грибами.

Учитывая важность проблемы, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что для заготовки качественного силоса необходимо принимать двусторонние меры: воздействовать на снижение «полевых» грибов на стадии роста растений, в том числе применяя системы чередования культур, а также оказывать влияние на уменьшение количество микотоксинов в процессе

хранения, применяя консервирующие препараты с мощной антифунгальной активностью.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда по научному проекту «Выявление биоразнообразия и трофического статуса микробиоты кормовых культур в связи с созданием качественных и биологически безопасных кормов» №14-16-00114.

## Литература

1. Диаз Д. Микотоксины и микотоксикозы / Д. Диаза. - Москва: Печатный город, 2006. - 382 с. 2. Bennett J. W., Klich M. Mycotoxins / J. W. Bennett., M. Klich // Clin. Microbiol. Rev. - 2003. - V.16(3). - P. 497-516. 3. Streit E., Schatzmayr G., Tassis P., Tzika E., Marin D., Taranu I., Tabuc C., Nicolau A., Aprodu I., Puel O., Oswald I. P. Current Situation of Mycotoxin Contamination and Co-occurrence in Animal Feed—Focus on Europe / E. Streit, G. Schatzmayr, P. Tassis, E. Tzika, D. Marin, I. Taranu, C. Tabuc, A. Nicolau, I. Aprodu, O. Puel, I. P. Oswald // Toxins. - 2012. - M.4(10) - P. 788-809. 4. Driehuis F. Silage and the safety and quality of dairy foods: a review / F. Driehuis // Agricultural and food science. - 2013. - V.22. - P.16-34. 5. Требования Комиссии таможенного союза 18 июня 2010 года № 317. 6. Лаптев Г., Дернов В., Ройко О. Качественный силос с закваской «Биотроф» / Г. Лаптев, В. Дернов, О. Ройко // Ценовик. - 2003. - №5. - С. 10. 7. Победнов Ю.А., Мамаев А.А. «Биотроф-111» - альтернатива химическим консервантам / Ю.А. Победнов, А.А. Мамаев // Животноводство России. - 2010. - №8. - С.52. 8. Wilson D. M., Abramson

- D. Mycotoxins In D. B. Sauer (Ed.). Storage of Cereal Grains and Their Products. / D. M. Wilson, D. Abramson // American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota. - 1992. - P. 341-391. 9. Richter W., Zimmermann N., Abriel M. Schuster M. Klln-Hllrigl K. OstertagMeyer, J., Bauer K.J., Spiekens, H. Hygiene bayerischerSilagen: Validierung einer Checkliste zum Controlling am Silo / W. Richter, N. Zimmermann, M. Abriel, M. Schuster, K. Klln-Hllrigl, J. Ostertag, K. Meyer, J. Bauer, H. Spiekens // Schriftenreihe. - V.9. - 2009. - P. 130. 10. Engler, H. Kathryn, Coker, D. Raymond, Evans, H. Ivor. Uptake of aflatoxin B1 and T-2 toxin by two mycotoxin bioassay microorganisms: *Kluyveromyces marxianus* and *Bacillus megaterium* / Engler, Kathryn H., Coker D., Raymond, Evans, Ivor H. // Archives of Microbiol. - 2000. - V. 174. - P. 381.

**Лаптев Георгий Юрьевич**, доктор биологических наук, директор, e-mail: nikonov@biotrof.ru, e-mail: deniz@biotrof.ru, тел.: 8 (812) 322-85-50, 8-906-268-92-19

**Новикова Наталья Ивановна**, кандидат биологических наук, заместитель директора  
**Ильина Лариса Александровна**, кандидат биологических наук, начальник молекулярно-генетической лаборатории

**Йылдырым Елена Александровна**, кандидат биологических наук, биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории

**Никонов Илья Николаевич**, главный специалист по координации

**Филиппова Валентина Анатольевна**, биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории

**Бражник Евгений Александрович**, ветеринарный контролер

**Корочкина Е.А.**, кандидат ветеринарных наук

УДК636.2.084.1+636.2.087.7/8

## Эффект соевых добавок Soykomil и Соянты в рационах телят

### Effect of soya additives Soykomil and Soyanta in calves diet

**Чабаев М.Г., Чумак А.М., Некрасов Р.В., Карнов А.П., Барнева В.Н.**  
Всероссийский государственный научно-исследовательский институт животноводства им. Л.К. Эрнста РАСХН

**Аннотация.** В опыте на телятах молочного периода изучена эффективность использования добавок из сои Soykomil и Соянты при замене сухого обезжиренного молока на рост, переваримость питательных веществ рациона, экономическую целесообразность применения добавок. Результаты опыта показали положительное влияние добавок на изучаемые показатели.

**Summary.** It was carried experiment on early calves to study the effect of additives Soykomil and Soyanta from soya instead of dry skim milk on the growth of calves, nutrients digestibility and economic expediency

additive application. Results of experiment demonstrated positive influence of additives on the studied indexes.

**Ключевые слова:** телята-молочники, белковые компоненты из сои, продуктивность, переваримость, экономическая эффективность.

**Key words:** calves, soya additives Soykomil, Soyanta, growth, nutrients, digestibility, economic expediency.

Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых доказана возможность включения в состав заменителей

цельного молока для телят молочного периода соевых компонентов и вторичных продуктов молочной промышленности. На общем фоне использования немолочных компонентов в составе ЗЦМ особое внимание уделяется сое и продуктам её переработки. Сейчас в мире ежегодно производится более 110 млн т соевых бобов. Причиной увеличения использования соевого белка в рационах телят является соответствие его аминокислотного состава и процента усвояемости с молочным белком, а также сравнительно невысокая стоимость соевого белка.

Для полной замены молочного белка из дорогостоящего сухого обезжиренного молока можно использовать сухую подсырную сыворотку. Белок, содержащийся в молочной сыворотке, обладает набором аминокислот, необходимых молодянку сельскохозяй-