УДК 621. 365: 614. 48

**обеззараживание комбинированных кормов**

**Электроконтактным способом**

***Халина Т.М., Халин М.В., Дорожкин М.В.***

*РФ, Барнаул, ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И Ползунова*

*Зараженность кормов различными микроорганизмами представляет серьезную проблему для всего животноводства. В статье проведен анализ некоторых существующих методов, применяемых для борьбы с патогенной микрофлорой. Представлены данные о влиянии температуры на жизнедеятельность бактерий и грибков. Рассмотрено применение электроконтактного нагрева как альтернативы другим способам обеззараживания комбинированных кормов. Предложена функциональная схема установки с описанием работы отдельных блоков.*

*Ключевые слова: электроконтактный разогрев, обеззараживание кормов, тепловая обработка, регулирование температуры, объемный нагрев.*

Для современного животноводства использование комбинированных кормов является ключевым фактором получения высококлассной продукции, так как именно организация сбалансированного кормления в большой степени влияет на генетически заложенную высокую продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы [1]. Рецептура кормов в зависимости от достигаемых целей может быть довольно разнообразна и иметь в составе наряду с питательными элементами различные аминокислоты и минерально-витаминные премиксы, но как правило основу (до 85%) составляет сырье растительного происхождения. Зерновые (пшеница, овес, кукуруза, рожь, ячмень, просо и др.) а также шрот и жмых (подсолнечник, соя, рапс и др.), применяемые при производстве комбикорма, зачастую подвержены заражению различными видами микроорганизмов. Это могут быть как полезные или безопасные виды бактерии, так и патогенные организмы, способные как инфицировать животных, так и привести к интоксикации экзогенного характера.

В последнее время для решения задачи снижения бактериальной обсеменности кормов, которая представляет собой серьезную проблему для всего животноводства, применяется целый спектр различных мероприятий, а кроме того уделяется большое внимание поиску новых методов обеззараживания [1, 2].

Из существующих в настоящее время технологий стерилизации кормовых смесей можно выделить три основные группы. К первой группе можно отнести химическую обработку, включающую применение различных химических составов (растворы пиросульфата, негашенной извести, кальцинированной соды, пероксида водорода, органических кислот, озона и др.), действие которых приводит к полной или частичной инактивации микрофлоры [3]. Серьезным недостатком применения химических реагентов является образование побочных продуктов - токсичных соединений, которые при попадании в организм способны вызвать отравление.

Вторая группа включает в себя способы, основанные на использовании радиационного излучения, способного напрямую оказывать на микроорганизмы угнетающее действие. К ним относится стерилизация пучками быстрых электронов, α и β-частицами, а также облучение электромагнитными полями определенного диапазона частот (рентгеновское излучение, γ-лучи, ультрафиолетовое излучение, излучение видимого спектра и др.). Ограничивающим фактором в реализации большинства методов данной группы является необходимость в дорогостоящем энергоемком спецоборудовании (ускорители частиц, генераторы излучения и др.), кроме того, из-за физических процессов возможен риск облучения обслуживающего персонала.

Наибольшее распространение получила третья группа методов, в которых бактерицидное действие, оказываемое на микрофлору, достигается за счет термического воздействия на компоненты комбикорма. Суть данной обработки состоит в прямом или опосредованном нагреве кормов в результате взаимодействия с тепловым агентом (горячий воздух, насыщенный пар), теплообмена с нагретой поверхностью (кондуктивный нагрев), радиационного излучения (ИК нагрев) или нагрева электромагнитными полями высокой и сверхвысокой частоты (СВЧ), вызывающими внутренний разогрев по всему объему [4]. Почти все методы термического обеззараживания по аналогии с методами второй группы требуют для реализации дорогостоящего и специализированного оборудования. Кроме того, под действием высоких температур неизбежно происходят процессы деструкции некоторой части как белковых структур, так и биологически полезных компонентов исходного корма. С другой стороны, денатурация растительных белков, наблюдаемая в процессе умеренного нагрева (60…80˚С), не только повышает энергетическую ценность корма, но и позволяет сохранить многие витамины.

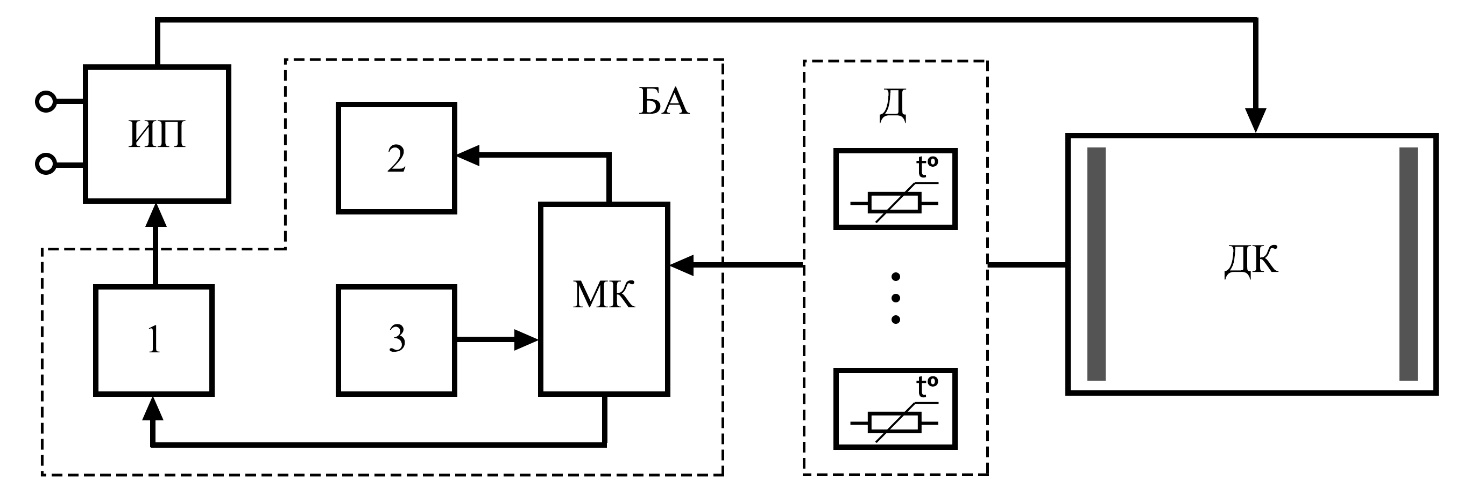
Различные микроорганизмы по-разному переносят повышение температуры. Это связано с тем, что каждый отдельно взятый вид имеет свой температурный диапазон (таблица 1). Например, бактерии и грибковые, относящиеся к термофильной группе, погибают при температуре среды около 80˚С. Известно, что микрофлора кормов состоит в основном из мезофиллов (бактерии, плесневые грибы, дрожжи), которые прекращают свою жизнедеятельность при достижении температуры в 45˚С, при этом все патогенные, условно-патогенные микроорганизмы и некоторые сапрофитные относятся именно к этой группе [5].

*Таблица 1 – Температурные точки у различных групп микроорганизмов*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа микроорганизмов | Температура, ˚С | | |
| минимальная | оптимальная | максимальная |
| Психрофильные | -8…0 | 10…20 | 25…30 |
| Мезофильные | 5…10 | 20…40 | 40…45 |
| Термофильные | 25…40 | 50…60 | 70…80 |

Для достижения дезинфицирующего эффекта в случае применения термической обработки кормов достаточно обеспечить требуемый температурный режим, заключающийся в нагреве среды до температуры в 45…80 ˚С и ее поддержании в течение необходимого времени. Данные мероприятия можно осуществить разными способами, используя, например, аэродинамический нагрев, разогрев СВЧ - полями или ИК – излучением. Однако, с точки зрения простоты реализации метода и малого энергопотребления большой интерес представляет электроконтактная (ЭК) технология [6, 7].

Электроконтактный разогрев представляет собой технологический процесс сквозного нагрева некоторой массы кормовой смеси посредством тепловой энергии, выделяемой в результате прохождения через объем продукта электрического тока. Основным условием для реализации данного способа является наличие электропроводной среды, что достигается путем насыщения комбикормов водой или водно-солевыми растворами.



***Рисунок 1– Блок-схема установки ЭК– обеззараживания***

В состав ЭК-установки (рисунок 1) входят такие элементы как: источник питания (ИП), блок автоматики (БА), термостойкая диэлектрическая камера (ДК), с установленными в ней электродами, а также набор аналоговых или дискретных датчиков температуры (Д). Основным элементом блока автоматики является микроконтроллер (МК), задачей которого является формирование управляющего сигнала на основе информации с датчиков температуры. Связь с микроконтроллером обеспечивается посредством двух блоков: блока индикации 2 и блока управления 3, представляющего собой кнопочную станцию. Модуль управления силовым элементом 1, позволяет микроконтроллеру регулировать выходные параметры источника питания, тем самым оказывая влияние на силу протекающего через кормовую смесь тока.

В начале процесса обеззараживания предварительно увлажненная кормовая смесь помещается внутрь диэлектрической камеры. Далее в смесь погружаются электроды, закрепленные на крышке из диэлектрика. При запитывании ЭК-установки переменным или постоянным напряжением, электроды в результате контакта с поверхностью смеси создают условия, необходимые для быстрого и практически равномерного прогрева всей массы обрабатываемого продукта [7]. В первом приближении тепло, образованное в элементарном объеме тела, на основании закона Джоуля – Ленца можно описать в следующей форме:

,

где Q – количество теплоты, выделенное в объеме за интервал времени (t1; t2),

I – сила тока, G – электропроводность среды.

Количество тепловой энергии зависит как от величины пропускаемого тока, так и от параметров самого корма, влияющих на его электрическую проводимость [8]. Большее или меньшее значение электропроводности среды при ЭК – прогреве зависит в основном от содержания в ней ионов солей и кислот [7]. Объемное выделение тепла не создает внутри кормовой смеси какого - либо значимого градиента температур (от поверхности к середине). В обеззараживаемом продукте отсутствует перемещение влаги, в связи с чем теплоперенос за счет движения последней практически отсутствует и не играет значительной роли.

Наряду с инактивацией микроорганизмов, являющейся следствием теплового воздействия, в ходе электрохимической реакции, возникающей в результате протекания электрического тока через кормовую смесь, в объеме образуется пероксид водорода H2O2, который обладает сильным бактерицидным действием, что положительно сказывается на эффективности применения данного способа обеззараживания [9].

Список литературы

1. Новые технологии в кормлении животных: 2019-08-14 / Составители: Ахметзянова Ф.К. [и др.]. – Казань : КГАВМ им. Баумана, 2018. – 65 с.

3. Бакулов И. А. Эпизоотология с микробиологией : [Учеб. по спец. "Ветеринария" / И. А. Бакулов, Е. И. Буткин, В. А. Ведерников, Г. Г. Юрков]; Под ред. И. А. Бакулова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1987. – 414 с.

4. Правила проведения дезинфекции и дезинвазии объектов Государственного ветеринарного надзора. – Электрон. дан. – ИСС «Техэксперт», 2002 г. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/420258792

5. Шевченко А. А., Сапрунова Е. А. и др. Способы стерилизации продуктов растениеводства и кормосмесей // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. 2014. №98.

6. Сыроватка, В. И. Машинные технологии приготовления комбикормов в хозяйствах: монография / В. И. Сыроватка; Рос. акад. с.-х. наук; Гос. науч. учр. Всерос. науч-иссл. ин-т механизации животноводства. М.: Изд-во ГНУ ВНИИМЖ, 2010. – 248 с.

7. Данильчук Т.Н. Применение электроконтактной обработки зерна в технологиях солодоращения // Пиво и напитки. 2009. №3.

8. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] /Л.Я. Ауэрман - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 415 с.

9. Дорожкин М.В., Первухин Б.С. Обоснование выбора параметров питания камеры ЭК-выпечки хлеба// Ползуновский альманах. – 2016. - №2. – С.194-196.

10. Sujala T. Sultana, Erhan Atci, Jerome T. Babauta, Azeza Mohamed Falghoush, Kevin R. Snekvik, Douglas R. Call, Haluk Beyenal. Electrochemical scaffold generates localized, low concentration of hydrogen peroxide that inhibits bacterial pathogens and biofilms. Scientific Reports, 2015; 5: 14908 DOI: 10.1038/srep14908

**Халина Т.М**., д-р.техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и автоматизированный электропривод» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И Ползунова, 656038, РФ, Барнаул, пр-т Ленина, 46 [temf@yandex.ru](mailto:temf@yandex.ru)

**Халин М.В**., д-р.техн. наук, кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И Ползунова, 656038, РФ, Барнаул, пр-т Ленина, 46 [temf@yandex.ru](mailto:temf@yandex.ru)

**Дорожкин М.В**., заведующий лабораторией кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И Ползунова, 656038, РФ, Барнаул, пр-т Ленина, 46 [temf@yandex.ru](mailto:temf@yandex.ru)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**DECONTAMINATION OF FORMULA FEED BY ELECTROCONTACT METHOD**

**Khalina T.M., Khalin M.V., Dorozhkin M.V.**

*Russian Federation, Barnaul,*

*Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education*

*“I.I. Polzunov Altai State Technical University”*

*Contamination of feed with various microorganisms is a severe problem for domestic livestock breeding. The article presents analysis of some existing methods applied for fighting pathogenic flora. Data on action of temperature on bacterial and fungal activity was presented. Use of electrocontact heating as an alternative to other formula feed decontamination methods was described. Functional diagram of the unit with individual modules job description was suggested.*

*Key words: electrocontactheating, feed decontamination, thermal treatment, temperature control, volume heat.*

Bibliography

1. Novye tekhnologii v kormlenii zhivotnyh: 2019-08-14 / Sostaviteli: Ahmetzyanova F.K. [i dr.]. – Kazan': KGAVM im. Baumana, 2018. – 65 s.

3. Bakulov I. A. Epizootologiya s mikrobiologiej: [Ucheb. po spec. \"Veterinariya\" / I. A. Baku-lov, E. I. Butkin, V. A. Vedernikov, G. G. Yurkov]; Pod red. I. A. Bakulova. - 3-e izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 1987. – 414 s.

4. Pravila provedeniya dezinfekcii i dezinvazii ob"ektov Gosudarstvennogo veterinarnogo nadzora. – Elektron. dan. – ISS «Tekhekspert», 2002 g. – Rezhim dostupa: http://docs.cntd.ru/document/420258792

5. Shevchenko A. A., Saprunova E. A. i dr. Sposoby sterilizacii produktov rastenievodstva i kormosmesej // Nauchnyj zhurnal KubGAU - Scientific Journal of KubSAU. 2014. №98.

6. Syrovatka, V. I. Mashinnye tekhnologii prigotovleniya kombikormov v hozyajstvah: monogra-fiya / V. I. Syrovatka; Ros. akad. s.-h. nauk; Gos. nauch. uchr. Vseros. nauch-issl. in-t mekhanizacii zhivotnovodstva. M.: Izd-vo GNU VNIIMZh, 2010. – 248 s.

7. Danil'chuk T.N. Primenenie elektrokontaktnoj obrabotki zerna v tekhnologiyah solodorashche-niya // Pivo i napitki. 2009. №3.

8. Auerman, L.Ya. Tekhnologiya hlebopekarnogo proizvodstva [Tekst] /L.Ya. Auerman - M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1984. – 415 s.

9. Dorozhkin M.V., Pervuhin B.S. Obosnovanie vybora parametrov pitaniya kamery EK-vypechki hleba// Polzunovskij al'manah. – 2016. - №2. – S.194-196.

10. Sujala T. Sultana, Erhan Atci, Jerome T. Babauta, Azeza Mohamed Falghoush, Kevin R. Snekvik, Douglas R. Call, Haluk Beyenal. Electrochemical scaffold generates localized, low concentration of hydrogen peroxide that inhibits bacterial pathogens and biofilms. Scientific Reports, 2015; 5: 14908 DOI: 10.1038/srep14908

**T.M. Khalina,** Doctor of Engineering Science, professor, head of electric engineering and automatic electric drive department, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “I.I. Polzunov Altai State Technical University”, 656038, Russian Federation, Barnaul, pr. Lenina 46, [temf@yandex.ru](mailto:temf@yandex.ru)

**M.V. Khalin,** Doctor of Engineering Science, professor of electric engineering and automatic electric drive department, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “I.I. Polzunov Altai State Technical University”, 656038, Russian Federation, Barnaul, pr. Lenina 46, [temf@yandex.ru](mailto:temf@yandex.ru)

**M.V. Dorozhkin,** laboratory chief of electric engineering and automatic electric drive department, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “I.I. Polzunov Altai State Technical University”, 656038, Russian Federation, Barnaul, pr. Lenina 46, [temf@yandex.ru](mailto:temf@yandex.ru)