

3. Влияние разных норм ввода рапсового жмыха и шрота на эффективность выращивания бычков/ Т.Л. Сапсалёва, Г.Н. Радчикова, Г.В. Бесараб [и др.] // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке. Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции. –Майский, 2024. –С. 118-119.

4. Влияние скармливания зерна пелюшки, обработанного пропиононовой кислотой на рубцовое пищеварение и продуктивность молодняка крупного рогатого скота/ А.Н. Кот, Т.М. Натынчик, И.В. Богданович [и др.] // Селекционно-генетические и технологические аспекты производства продуктов животноводства, актуальные вопросы безопасности жизнедеятельности и медицины". В сборнике «Актуальные направления инновационного развития животноводства и современных технологий продуктов питания, медицины и техники». Брянск, 2019. – С. 23–32.

5. Влияние способа переработки зерна на рубцовое пищеварение, физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота/ И.В. Богданович, Г.Н. Радчикова, И.Ф. Горлов [и др.] //Инжиниринг: теория и практика. Материалы IV международной научно-практической конференции. – Пинск, 2024. –С. 58–60.

6. Влияние скармливания зерна разной крупности помола на обмен веществ и продуктивность молодняку крупного рогатого скота /А.Н. Кот, В.П. Цай, Г.В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Сборник трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Почетного гражданина Брянской области Егора Павловича. В 3-х частях. – Брянск, 2026. –С. 256–264.

УДК 636.086.5

О.В. Бондарчук, канд. техн. наук, доцент,

Ю.Н. Селюк, ст. преподаватель,

А.Р. Шкарупа, М.К. Фроленко

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

e-mail: guloks82@mail.ru

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВИТАМИННЫХ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

Ключевые слова: витаминный корм, электротехнологический способ, электроактиватор, агропромышленный комплекс.

Key words: vitamin-enriched feed, electro-technological method, electro-activator, agro-industrial complex.

Аннотация: Представлен способ обработки сырья для производства витаминного корма, направленный на повышение усвояемости питательных

веществ и сохранение биологически активных компонентов. Применение данного метода способствует ускорению производства витаминизированных кормов, стимулирует ферментативные процессы, а также повышает энергию прорастания и концентрацию синтезируемых биоактивных веществ.

Summary: This paper presents a method for processing raw materials for the production of vitamin-enriched feed, designed to improve the digestibility of nutrients and preserve biologically active components. The application of this method helps to speed up the production of vitamin-enriched feed, stimulates enzymatic processes, and increases germination energy and the concentration of synthesized bioactive substances.

Витаминный корм представляет собой специализированный вид кормовых добавок, обогащённых природными или синтетическими витаминами, которые компенсируют их недостаток в рационе сельскохозяйственных животных и птицы, обеспечивая полноценное протекание обменных процессов и поддержание физиологических функций организма.

Производство витаминных кормов, включая корма на основе пророщенного зерна, является важным направлением развития комбикормовой и микробиологической промышленности любой страны.

Таким образом, предприятия, обеспечивающие производство витаминных кормов, включая корма на основе пророщенного зерна, способствуют повышению эффективности животноводства и улучшению качества кормления сельскохозяйственных животных и птицы [1]. К примеру, включение витаминного корма в рационы племенной птицы даже в ограниченных дозировках (10–25 г на голову в сутки) приводит к существенному увеличению яйценоскости и выводимости молодняка [2]. Использование пророщенной пшеницы в рационах крупного рогатого скота (до 0,5 кг в сутки) способствует росту молочной продуктивности на 5,9 %, а также улучшает биохимические показатели крови, что связано со стимуляцией функциональной активности печени [3]. Внесение в рационы молодняка животных в размере 5–10 % от сухого вещества улучшает их рост и иммунитет [4]. Благоприятное физиологическое действие пророщенного зерна обусловлено тем, что содержащиеся в нём микронутриенты имеют природное происхождение, находятся в легкоусвояемой форме и характеризуются оптимально сбалансированным соотношением.

Существует множество способов интенсификации проращивания зерна, но наиболее безопасными и достаточно эффективными являются физические, отдельно из которых можно выделить как наиболее действенные – электрофизические. Технология проращивания с использованием электрофизических способов активации биологической системы зерна является экологически безопасной с точки зрения как самого производства, так и продукции.

Согласно исследованиям, изложенным в работе [5], низкочастотное электрическое поле (ЭП) высокой напряженности влияет на показатели качества солода (пророщенного ячменя). Применение данного способа обработки пивоваренного ячменя увеличивает экстрактивность пророщенного зерна на 1,5...3 %, энергию прорастания – на 7...9 %, амилалитическую активность – на 20...40 %, уменьшает продолжительность осахаривания на 15...20 %, сокращает сроки получения солода на 1...2 суток. Также разработана установка для электроактивации биологической системы ячменя [6], которая может быть использована для электрообработки семян различных культур при проращивании на витаминный корм животным и птице с установлением оптимальных параметров воздействия для каждого вида культур.

Так как механизм влияния электрического поля на вещество зерна идентичный, вне зависимости от культуры, то использование данного способа обработки для интенсификации производства витаминного корма является актуальным и заключается в следующем. Зерно влажностью менее 15 % можно рассматривать как несовершенный диэлектрик, в котором практически отсутствуют свободные заряды и проводимость несущественна. Приемниками энергии в этом случае являются полярные молекулы воды, связанные веществом зерна. Переменное электрическое поле вызывает их ориентацию по направлению сил поля, то есть поляризацию. Объемная электрическая энергия, поглощенная зерном, Дж/м³:

$$Q_v = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot E^2 \cdot \tau = \frac{P}{V} \cdot \tau \quad (1)$$

где $2\pi f$ – круговая частота, рад/с;

ϵ_0 – диэлектрическая постоянная, $\epsilon_0 \approx 8,8542 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;

ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость;

$\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь;

E – напряженность электрического поля в зерне, В/м;

τ – продолжительность действия поля на зерно, с.

P – мощность, кВт;

V – объем, м³.

Энергия (1) представляет собой теплоту, выделяющуюся в зерне, расположенном в переменном ЭП. Эта теплота – ускоренное, по сравнению с исходным, движение молекул воды. Которое способствует разрыву связей данных молекул со структурой вещества зерна, выходу их в свободное состояние и дальнейшему участию в ферментативных процессах.

Энергия зависит от диэлектрической проницаемости зерна, частоты и напряженности ЭП. Изменяя два последних фактора, можно регулировать величину объемной энергии. Ее количество должно превосходить значение, необходимое для освобождения воды и быть недостаточным для испарения свободной влаги из объема зерна. Следовательно, оптимальное

количество поглощенной энергии, назовем его дозой энергии, может быть определено по изменению влажности зерна после его обработки в электрическом поле.

Значение имеет не только количество свободной влаги, но и скорость ее образования. Излишне высокие дозы и быстрое выделение влаги могут нарушить структуру вещества зерна и снизить его способность к прорастанию.

Немаловажным может быть равномерность выделения теплоты по объему зерновки, так как этот фактор влияет на скорость и полноту выделения свободной влаги. Также следует учитывать допустимое условие по температуре зерна, которая не должна превышать 40 °С (температура денатурации белков).

Продолжительность обработки в совокупности с частотой и напряженностью определяет количество (дозу) электрической энергии. Величина энергии должна быть такой, чтобы связанная влага переходила в свободное состояние и оставалась в веществе зерна, не испарялась из него. Должен сохраняться баланс энергии, выделяющейся в молекулах воды, и энергии, отводимой от молекул воды в вещество зерна, с учетом динамики нагрева. Процессы эти связаны с изменением теплосодержания зерновки и явлениями теплопередачи, которые не могут происходить мгновенно.

Используя известные положения кинетики нагрева однородного изотропного тела в электрическом поле, можно записать уравнение баланса удельных энергий для одной зерновки [7]:

$$dQ_v = dQ_1 + dQ_2 \quad (2)$$

где dQ_v – количество объемной энергии, поглощенной телом за время $d\tau$, Дж/м³;

dQ_1 – количество удельной теплоты, затрачиваемой на изменение теплосодержания тела, Дж/м³;

dQ_2 – удельные потери теплоты в окружающую среду, Дж/м³.

Из чего следует, что, соблюдая баланс энергий, можно подобрать оптимальную дозу воздействия на семена каждой культуры с целью увеличения качества витаминного корма и сокращения сроков его получения.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что способ электроактивации биологической системы ячменя [5] применим и для производства витаминного корма для животных и птицы, но требует установления оптимальных величин параметров электрообработки для каждой культуры. Его использование позволит сократить сроки получения витаминного корма, активировать ферментативную активность, увеличить энергию прорастания и содержание витаминов, синтезируемых при проращивании.

Список использованной литературы

1. Вендин С. В., Саенко Ю. В. Установка для проращивания зерна // Техника и технологии в животноводстве. – №1(29). – 2023. – С. 60–64. DOI: 10.22314/27132064-2023-1-60.
2. Hassan F. U., Arshad M. A., Ebeid H. M., Rehman M. S. Effect of sprouted grains on poultry performance and health // Poultry Science. 2020. Vol. 99(3). P. 1451–1460. DOI: 10.1016/j.psj.2019.11.003.
3. Мороз, М. Т. Корма и кормление сельскохозяйственных животных : монография / М. Т. Мороз, А. М. Спиридонов. – Москва : Директ-Медиа, 2022. – 160 с.
4. Машкина, Е. И. Влияние витаминно-минерального питания на развитие телят-молочников / Е. И. Машкина, Е. С. Степаненко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №3 (149). – 2017. – С. 111 – 115.
5. Бондарчук, О. В. Повышение качества солода обработкой пивоваренного ячменя в переменном электрическом поле : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / О. В. Бондарчук. – Минск, 2023. – 242 л.
6. Бондарчук, О. В. Методика расчета основных узлов электроактиватора биологической системы ячменя / О. В. Бондарчук // Агропанорама. – 2022. – № 3. – С. 25–28.
7. Кудрявцев, И. Ф. Электрический нагрев и электротехнология : учеб. пособие / И. Ф. Кудрявцев, В. А. Карасенко. – М. : Колос, 1975. – 384 с.

УДК 636.083

Е.Л. Жилич¹, Д.В. Бернацкая¹, В.Н. Еднач²,
И.И. Бондаренко²

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск
e-mail: nrc_mol@mail.ru*

*²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

ФОРМИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ

Ключевые слова: комплект оборудования, поддержания микроклимата, молочно-товарная ферма, продуктивность, система охлаждения.

Keywords: equipment set, microclimate maintenance, dairy farm, productivity, cooling system.

Аннотация. В статье приведен обзор способов формирования и поддержания оптимального температурно-влажностного режима на животноводческих фермах и комплексах.