

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА МИКРОНИЗАЦИИ

МАМЕДОВ Натиг Ханкиши, Научно-исследовательский институт «Агромеханика»

САЛМАНОВ Бабек Закир, Научно-исследовательский институт «Агромеханика»

МАМЕДОВ Габиль Балакиши, Азербайджанский государственный аграрный университет

ТАГИЕВ Урфан Тофиг, Азербайджанский государственный аграрный университет

В статье обоснованы основные характеристики исследуемого устройства микронизации при обработке зерновых кормов методом микронизации. Здесь в качестве объекта исследования был взят экспериментальный микронизатор, микронизирующий фуражное зерно. Также был проведен многофакторный эксперимент по определению оптимального расстояния расположения лампы инфракрасного излучения от кварцевого стекла и оптимальной мощности светового потока. Эксперименты проводили на экспериментальной установке, оснащенной диммером “Легран”, который позволял изменять мощность излучения ламп. Для проведения опытов был выбран симметричный план Бокс-Бенки из ротатабельного, составного второго яруса. Исследования проводили на пшенице, ячмене и веламире.

Введение. Особое значение в удовлетворении потребностей населения в продовольственной продукции имеет продукция животноводства и птицеводства. Корма, предназначенные для животных и птиц, должны быть вкусными и питательными, легко усваиваться [11]. Они не должны содержать добавок, которые вредны для здоровья животных и могут негативно сказаться на животноводческой продукции [3–6]. Зерновые корма другим животным, кроме лошадей и птиц, редко дают целиком [12]. Цельный (с особым жестким покровом) с трудом усваивается животными. Поэтому для улучшения усвояемости, вкуса, питательных веществ существуют различные способы подготовки зерна к прикорму.

В стране комбикормовая промышленность выпускает корма для всех видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Однако эти корма часто не достигают желаемого уровня по сравнению с развитыми странами по объему, ассортименту и качеству.

В аграрном производстве только 15 % энергии, которую организм сельскохозяйственных животных получает от корма. Это превращает 25 % в продукт, от общей энергии 25...35 % расходуется на физиологические нужды, а остальная часть выводится из употребления. Поэтому основная цель приготовления крупяных кормов (злаков) для прикорма – это их пищевая ценность, которая достигается не за счет повышения усвояемости и усвояемости животными, а за счет снижения энергетических потерь корма [3, 7]. В то же время специальная подготовка кормов предотвращает заболевания животных, исключая вредное воздействие некоторых кормов на производимый продукт. Как известно, дефицит

белка в кормах составляет 19 % от требуемого количества. Указанный дефицит белка увеличивает себестоимость продукции и расход корма в 1,5 раза, приводя к потере урожая на 30...35 %. Основным источником кормового белка являются злаки и бобовые, за счет которых удовлетворяется 50 % потребности в белке. В связи с этим особое значение имеет подготовка всех упомянутых продуктов к кормлению, чтобы животные могли получить максимальную пользу от белка.

Специальная подготовка кормов предотвращает заболевания животных, устраняет вредное воздействие некоторых кормов на производимый продукт [16].

Переработка и подготовка кормов расширяет возможности использования в кормовом балансе различных кормовых смесей, в том числе отходов сельскохозяйственного производства, малозначительных компонентов грубых кормов, отходов предприятий пищевой промышленности и общественного питания [1]. Кормовые смеси употребляются животными полноценно и с аппетитом. В результате расход кормов на единицу продукции снижается на 15...20 %. Это позволяет сэкономить на фуражном зерне, предназначенном для мощности - комбикорма.

Из вышеизложенного следует, что корма должны быть приготовлены так, как это необходимо перед подачей. Существуют следующие различные способы подготовки кормов к кормлению: механическая, химическая, биологическая и термическая обработка [2].

Известен тот факт, что значительная часть злаковых кормов, не предназначенных специально для прикорма, выделяется из пищи. Поэтому различные способы подготовки кормового зер-





на к прикормке имели значение в разное время. Однако в последнее время кормовых зерен. Широкое распространение получила термическая обработка инфракрасными (ИК) лучами длиной волны 1500...3500 Нм, иными словами, микронизация. Высокотемпературная микронизация считается экологически чистой технологией. Имеющееся оборудование имеет простую конструкцию, не требует для эксплуатации высококвалифицированных рабочих. Однако коэффициент полезной работы этих установок невысок (0,26). В то же время неоднородность условий нагрева в действующих установках приводит к неодинаковому показателю качества обработки зерна на выходе из установки. Устранение указанных проблем позволило изучить оптимизацию конструктивных и режимных параметров микронизаторов.

Методика исследований. В качестве объекта исследования взят экспериментальный микронизатор, микронизирующий фуражное зерно [8]. Многофакторный эксперимент [4] был проведен для определения оптимального расстояния позиционирования лампы IQ-излучения от кварцевого стекла и оптимальной мощности светового потока. Эксперименты проводились на экспериментальной установке, оснащенной диммером «Легран», позволяющим изменять мощность излучения ламп.

Исследование влияния IQ-облучения на уровень микронизации зерна (этот показатель можно рассматривать как критерий оптимизации) проводилось со следующими параметрами: расстояние между кварцевым стеклом и металлическим облучателем-покрытием принималось соответственно 9; 10 и 8 мм для пшеницы, ячменя и веламира, а расстояние между IQ-облучателем и кварцевым стеклом – 9; 7 и 5 см для пшеницы, ячменя и веламира. Толщина кварцевого стекла составляла 4; 6 и 8 мм соответственно, мощность светового потока – 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 кВт. Параметры, которые больше всего влияют на микронизацию фуражного зерна, – это толщина кварцевого стекла, расстояние до места расположения лампы и мощность. Для определения влияния зерна на эффективность микронизации был проведен многофакторный эксперимент.

В экспериментах поискового характера определены диапазоны вариаций отдельных факторов, а также экспериментов. Изучали влияние

параметров на уровень микронизации зерна. Для осуществления эксперимента из каталога планов [15] был выбран трехуровневый план Бокс-Бенкин из рототабельного, составного, симметричного третьего яруса. Интервалы вариации и уровни экспериментальных факторов приведены в таблице.

Рандомизацию экспериментов проводили по ГОСТ 11.003-71 с целью исключения ошибок, связанных с неоднородностью микронизации зерна и другими факторами [9]. Эксперименты проводили с использованием зерна веламира, ячменя, пшеницы в трехкратной повторности для обеспечения точности полученных результатов.

Априорные данные показывают, что в качестве математического выражения, способного аппроксимировать экспериментальные данные по анализу влияния вышеназванных факторов на процесс микронизации, может быть принят многочлен второй степени:

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i X_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} X_i X_j + \sum b_{ii} X_i^2, \quad (1)$$

где y – оценка ответной функции (критерий оптимизации); b_0 , b_i , b_{ij} , b_{ii} – коэффициенты для уравнения регрессии; X_i , X_j – свободные колебания (факторы); k – количество свободных вариаций.

В многофакторных экспериментах была проведена оптимизация расположения ламп по расстоянию, толщине кварцевого стекла и уровню микронизации (недостаточной микронизации) мощности светового луча. Для этого была использована методика планирования эксперимента [10]. В качестве критерия оптимизации принято время достаточной микронизации зерна (t , с).

Результаты исследований. Результаты экспериментов по определению влияния толщины кварцевого стекла δ и расстояния расположения лампы IQ-излучения b на время микронизации t графически отражены на рис. 1. В экспериментах мощность лампы накаливания IQ составляла 1 кВт.

В результате обработки экспериментальных оценок методом математической статистики было определено математическое выражение влияния толщины кварцевого стекла δ и расстоя-

Уровни и вариации факторов

Уровни факторов и интервалы их вариации	Факторы			
	Толщина кварцевого стекла l , мм	Расстояние расположения лампы b , мм	Мощность лампы N , кВт	Время микронизации t , с
	X_1	X_2	X_3	Y
Верхний уровень (+1)	8	90	1	–
Базовый уровень (0)	6	70	0,75	–
Нижний уровень (-1)	4	50	0,5	–
Вариационный интервал	2	20	0,25	–

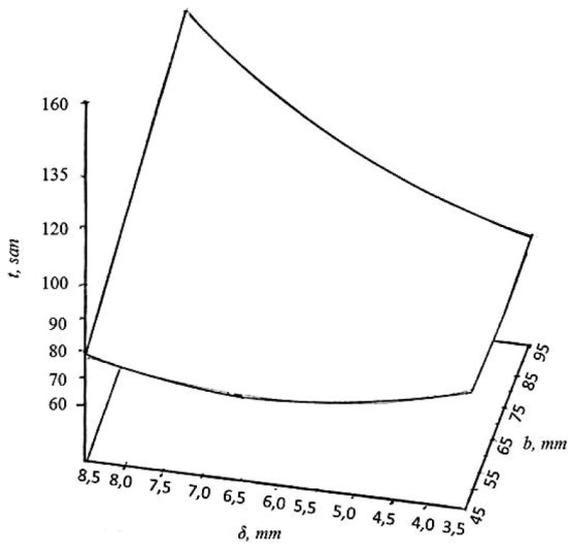


Рис. 1. Зависимость толщины кварцевого стекла δ и расстояния расположения лампы IQ-излучения от объекта b от времени микронизации пшеничного зерна t

яния расположения IQ-лампы до объекта на время микронизации зерна:

$$t = 178,1944 - 1,2708\delta - 30,9375b + 0,0021\delta^2 + 0,2813\delta b + 1,4583b^2. \quad (2)$$

На основе статистического анализа этого уравнения проверяли адекватность исследования, в результате чего оценивали адекватность полученного уравнения по критерию Фишера, определявшему значимость коэффициентов модели. Подтверждено, что уравнение достаточно точно выражает исследуемые зависимости.

Полученный график зависимости (рис. 2) показывает, что толщину кварцевого стекла $\delta = 6$ мм для микронизации и расстояние лампы до объекта $b = 50$ мм можно считать оптимальным, если мощность лампы накаливания IQ со-

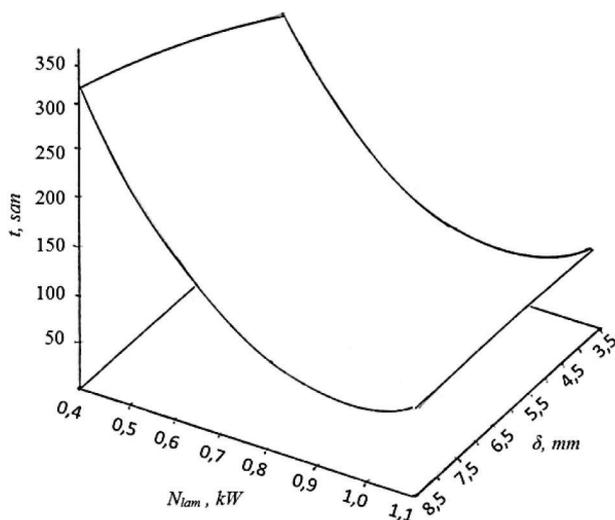


Рис. 2. Графическая зависимость эффективности совместного действия толщины кварцевого стекла δ и мощности лампы накаливания IQ N_{lam} от времени микронизации

ставляет 1 кВт. Время, необходимое для микронизации пшеницы, составляет 80 с.

Изучали влияние толщины кварцевой лампы δ и мощности лампы накаливания IQ N_{lam} на время микронизации t , на основе полученных экспериментальных оценок была построена графическая зависимость (см. рис. 2). В ходе эксперимента расстояние лампы до объекта составляло $b = 50$ мм.

В результате статистической обработки экспериментальных оценок было получено математическое выражение, отражающее влияние толщины кварцевого стекла δ и мощности лампы накаливания IQ (N_{lam}) на время микронизации:

$$t = 597,9167 + 25,2083\delta - 1305N_{lam} - 0,625\delta^2 - 17,58N_{lam} + 760N_{lam}^2. \quad (3)$$

Полученное уравнение отражает исследуемый тепловой процесс, и оно пригодно для применения на практике.

Согласно рис. 2, для микронизации пшеничного зерна оптимальной можно считать толщину кварцевого стекла $\delta = 6$ мм и мощность лампы накаливания IQ $N_{lam} = 1,0$ кВт.

На основе экспериментальных оценок влияния времени микронизации построена графическая зависимость расстояния до объекта (b) IQ-лампы накаливания от ее мощности N_{lam} (рис. 3). В ходе эксперимента толщина кварцевого стекла составляла $\delta = 6$ мм.

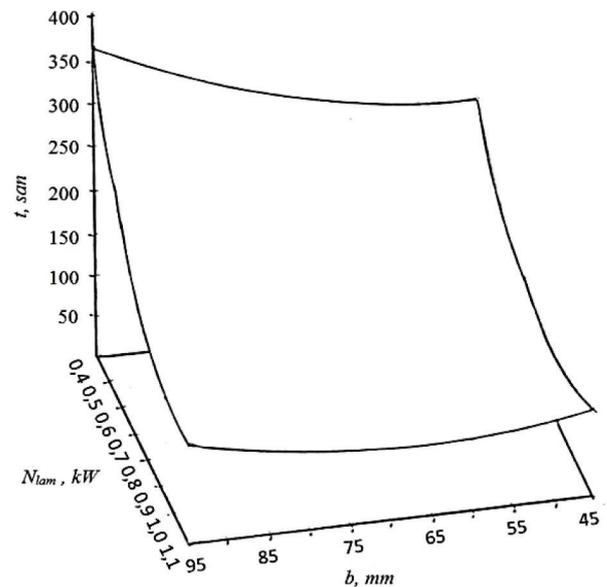


Рис. 3. Графическая зависимость эффективности совместного действия расстояния IQ-излучения лампы до объекта b и времени микронизации мощности лампы N_{lam}

При статистической обработке экспериментальных оценок получена математическая формула, отражающая зависимость:

$$t = 648,2639 - 2,0417b - 1055N_{lam} + 0,0354b^2 - 2,5bN_{lam} + 626,6667N_{lam}^2. \quad (4)$$



Заключение. Полученное математическое выражение отражает исследуемый тепловой процесс и может быть использовано на практике. Из графической зависимости видно, что для микроклимата пшеницы оптимальными можно считать значения расстояния лампы до объекта $b = 70$ мм и мощности лампы $N_{lam} = 1,0$ кВт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артемьев В.Г.* Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – Ульяновск, 2003. – 320 с.
2. *Будников Д.А., Васильев Д.Н., Васильев А.А.* Постановка задачи теплопроводности при СВЧ нагреве зерна для обеззараживания // Вестник ВНИИМЖ – 2014. – № 1. – С. 56–63.
3. *Гамко Л.Н.* Кормление высокопродуктивных коров. – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2010. – 103 с.
4. *Гурбанов Х.Х., Фаталиев К.Х., Искендерзаде Э.Б.* Планирование эксперимента. – Баку, 2015. – 120 с.
5. *Джемисон Дж.Э.* Физика и техника инфракрасного излучения. – М.: Наука, 2012. – 646 с.
6. *Егоров Г.А.* Технологические свойства зерна. – М.: Агропромиздат, 2011. – 334 с.
7. Интенсивные технологии кормления сельскохозяйственных животных и птицы: рекомендации / под ред. Ф.С. Хазиахметова. – Уфа: БГАУ, 2005 – 156 с.
8. *Мамедов Н.Х., Халилов Р.Т., Мамедов Г.Б.* Устройство для микронизации зерна, полезная модель F 2019 0001, Азербайджанская Республика, 2019.
9. *Спирин Н.А., Лавров В.В.* Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: конспект лекций / под общ. ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 257 с.
10. *Сидняев Н.И., Вилисова Н.Т.* Введение в теорию планирования эксперимента. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2016. – 465 с.
11. Стратегическая дорожная карта по перспективам национальной экономики Азербайджанской Республики. – Баку, 2016. – 111 с.

12. Технологические приемы содержания и кормления сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / В.Г. Огуй [и др.]. – Барнаул: АГАУ, 2008. – 276 с.

13. *Топорова Л.В., Архипова А.В.* Практикум по кормлению животных: учебник и учеб. пособие. – М.: Колос, 2005. – 353 с.

14. *Тохметов Т.М., Доржиев С.Ж., Амагырова Т.О.* Практическое руководство по составлению рационов кормления крупного рогатого скота. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2009. – 70 с.

15. *Халафов А.А.* Статистический анализ данных. STSTATICA6,0. – Краснодар: КубГУ, 2005. – 307 с.

16. *Castillo C., Hernandez J., Mendez J., Lena J., Pereira V., Lopez-Alonso M., Benedito J.L.* Influence of grain processing on acid – base balance in feedlot steers// Veterinary Research Communication, 2006, No. 30, p. 823–837.

Мамедов Натиг Ханкиши, диссертант, Научно-исследовательский институт «Агромеханика», Республика Азербайджан.

Салманов Бабек Закир, диссертант, Научно-исследовательский институт «Агромеханика». Республика Азербайджан.

Мамедов Габиль Балакиши, д-р техн. наук, проф. кафедры «Сельскохозяйственная техника», Азербайджанский государственный аграрный университет. Республика Азербайджан.

Тагиев Урфан Тофиг, канд. техн. наук, проф. кафедры «Сельскохозяйственная техника», Азербайджанский государственный аграрный университет. Республика Азербайджан.

Az2000, г. Гянджа, просп. Атаюрка, 262. Азербайджанская Республика.

Тел: (+994) 55 5865876.

Ключевые слова: фуражное зерно; инфракрасные лучи; микронизация; конструктив; настройка; кварцевое стекло; лампа планирование эксперимента.

OPTIMIZATION OF THE MAIN DESIGN AND OPERATING PARAMETERS OF THE MICRONIZATION DEVICE

Mamedov Natig Khankishi, Candidate for a degree, Research Institute “Agromechanika”, Republic of Azerbaijan.

Salmanov Babek Zakir, Candidate for a degree, Research Institute “Agromechanika”, Republic of Azerbaijan.

Mamedov Gabil Balakishi, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair “Agricultural Machinery”, Azerbaijan State Agrarian University. Republic of Azerbaijan.

Taghiyev Urfan Tofiq, Candidate of Technical Sciences, Professor of the chair “Agricultural Machinery”, Azerbaijan State Agrarian University. Republic of Azerbaijan.

Keywords: feed grain; infrared rays; micronization; constructive; tuning; quartz glass; lamp experiment planning;

The article substantiates the main characteristics of the studied device of micronization in the processing of grain feed by the method of micronization. Here, an experimental micronizer that micronizes feed grain was taken as the object of research. A multi-factor experiment was also conducted to determine the optimal distance of the infrared lamp from the quartz glass and the optimal power of the light flux. The experiments were carried out on an experimental installation equipped with a “Legrand” dimmer, which allowed changing the radiation power of the lamps. For the experiments, a symmetrical Box-Bench plan was selected from a rotatable, composite second tier. The studies were conducted on wheat, barley and velamir.

