

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ СВИНЬЯМ

С. А. Булавин, доктор технических наук профессор

Ю. В. Саенко, кандидат технических наук

А. Ю. Носуленко, аспирант

Белгородская государственная сельскохозяйственная

академия им. В. Я. Горина

E-mail: yuriy311300@mail.ru

Ключевые слова: эксперимент, сушка, пророщенное зерно, оптимальные параметры

Реферат. Обоснована целесообразность скормливания пророщенного и высушенного зерна в качестве витаминных добавок свиньям в условиях промышленного ведения свиноводства. Предложена методика экспериментальных исследований процесса сушки пророщенного зерна. Выбраны критерии оптимизации: влажность пророщенного зерна на выходе из конвейерной сушильной установки и производительность конвейерной сушильной установки. В результате обработки экспериментальных данных получены регрессионные уравнения влияния факторов на критерии оптимизации. Приведены оптимальные значения режимных параметров процесса сушки пророщенного зерна на витаминный корм животным. Использование в качестве агента сушки отработанных газов котельной установки, работающей на природном газе, позволит заготовить пророщенное зерно впрок, снизить себестоимость подготовки пророщенного зерна к скормливанию. Полученные оптимальные значения режимных параметров позволяют рассчитать и изготовить высокопроизводительные агрегаты для сушки пророщенного зерна с последующим введением зерна в комбикорм животным.

Основная и постоянная проблема свиноводства – недостаточная кормовая база, предлагающая корма низкого качества. Современное свиноводство должно быть ориентировано в первую очередь на высококачественную систему кормления, обеспечивающую получение конечной мясной продукции высокого качества и калорийности.

В настоящее время в Белгородской области ведётся интенсивная эксплуатация свиноводческих ферм и комплексов. При этом животных содержат безвыгульно, что приводит к увеличению потребности свиней в естественных витаминах и минеральных веществах. Дефицит этих веществ у свиней можно компенсировать за счет ежедневного скормливания им пророщенного зерна. Добавление пророщенного зерна в количестве 10–15% по массе сухого вещества в рацион свиней приводит к улучшению пищеварительных процессов, снижению болезней и падежа животных [1].

Проращивать зерно необходимо для ежедневного добавления его в рацион свиней. При длительном хранении (более 5–6 ч) в пророщенном зерне появляется запах брожения, т.е. зерно начинает портиться, и скормливать такое пророщенное зерно животным опасно, т.к. можно вызвать желудочно-кишечные заболевания.

На свиноводческих комплексах используют систему сухого кормления Dri rapid [2]. После выдачи часть комбикорма остается в тросово-шайбовом транспортере до следующего кормления. При смешивании пророщенного зерна влажностью 40–50% с сухим комбикормом в последнем будут происходить процессы брожения, которые приведут к появлению плесневых грибов и токсинов в транспортере. Для возможности раздачи пророщенного зерна свиньям с помощью системы сухого кормления Dri rapid необходимо высушить его до влажности 14% [3, 4].

Цель исследования – определить оптимальные значения режимных параметров сушки пророщенного зерна на витаминный корм животным.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлся процесс сушки пророщенного зерна [4] с использованием в качестве агента сушки отработанных газов котельной установки, работающей на природном газе.

Методика проведения экспериментальных исследований заключалась в следующем: зерно, пророщенное до длины ростков и корешков 1,5–2 см, сушили на перфорированной ленте в те-

чение 60–90 мин под действием агента сушки до конечной влажности зерна 14%.

Конечную влажность высушенного пророщенного зерна определяли по ГОСТ 13586.5–93, а производительность сушильной установки – по СТО АИСТ 10.1–2004 [5].

В качестве исследуемых воздействующих факторов рассматривали: толщину и ширину

слоя пророщенного зерна на перфорированной ленте; температуру и скорость движения агента сушки; начальную влажность пророщенного зерна; время сушки; скорость движения перфорированной ленты.

Факторы эксперимента и их интервалы варьирования были выбраны на основании литературных источников (табл. 1).

Таблица 1

Факторы, оказывающие влияние на сушку пророщенного зерна

Фактор	Обозначение	Уровень фактора	
		-1	+1
Толщина слоя пророщенного зерна на ленте h , мм	x_1	15	25
Ширина слоя пророщенного зерна на ленте B , м	x_2	0,3	0,45
Температура агента сушки t_n , °C	x_3	45	65
Скорость движения агента сушки v , м/с	x_4	2	5
Начальная влажность пророщенного зерна W_0 , %	x_5	40	50
Время сушки T , мин	x_6	60	90
Скорость движения ленты V , м/с	x_7	0,01	0,02

Исследования проводились в соответствии с методикой планирования многофакторного эксперимента. Для этого была задана матрица планирования эксперимента со всеми возможными комбинациями значений факторов [6, 7].

Критериями оптимизации нами выбраны два показателя: влажность пророщенного зерна на выходе из сушильной установки W и производительность сушильной установки Q .

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обработка результатов экспериментальных исследований с помощью программ Microsoft Excel и Statistica 6,0 позволила получить регрессионные уравнения влияния факторов эксперимента на конечную влажность высушенного пророщенного зерна и производительность сушильной установки:

– для конечной влажности высушенного пророщенного зерна:

$$y_W = x_0 + 1,33x_1 + 0,75x_2 - 1,68x_3 - 3,09x_4 + 2,96x_5 + 1,28x_6 - 0,58x_7 + 1,24x_1x_2 + 1,08x_1x_4 - 1,03x_2x_3 - 2,16x_3x_4 - 0,71x_1x_2x_3 - 0,93x_1x_2x_4 - 1,03x_1x_3x_4;$$

– для производительности сушильной установки:

$$y_Q = x_0 + 5,36x_1 + 4,27x_2 - 2,97x_3 + 1,90x_4 - 1,91x_5 - 3,06x_6 - 1,59x_7 + 0,42x_1x_2 - 1,99x_1x_3 - 2,99x_1x_4 +$$

$$+ 1,47x_2x_3 + 1,76x_3x_4 + 0,67x_1x_2x_3 - 1,96x_1x_2x_4 + 0,76x_1x_3x_4.$$

Полученные уравнения регрессии позволили выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на процесс сушки пророщенного зерна. Так, на конечную влажность пророщенного зерна W существенное влияние оказывает скорость движения агента сушки x_4 , начальная влажность пророщенного зерна x_5 , температура агента сушки x_3 , толщина слоя пророщенного зерна на ленте x_1 и взаимодействие факторов x_3x_4 .

На производительность сушки q существенное влияние оказывает толщина слоя пророщенного зерна на ленте x_1 , ширина ленты x_2 , время сушки пророщенного зерна x_6 , температура агента сушки x_3 , взаимодействие факторов x_1x_4 .

Оптимизацию параметров сушки проводили при следующих условиях: конечная влажность пророщенного зерна $W \rightarrow 14\%$; производительность сушильной установки $Q \rightarrow 1,5$ т/ч.

Эту задачу решили с помощью программы Eureka: The Solver, Version 1.0. Результаты расчетов оптимальных значений влияющих факторов представлены в табл. 2.

Оптимальные параметры сушки пророщенного зерна, представленные в табл. 2, позволят высушивать зерно до требуемой влажности 14% за минимальное время и с максимально возможной производительностью сушильной установки 1,5 т/ч.

Таблица 2

Оптимальные параметры сушки пророщенного зерна

Фактор	Обозначение	Уровень фактора	Значение фактора
Толщина слоя пророщенного зерна на ленте h , мм	x_1	$15 < x_1 < 25$	16–17
Ширина слоя пророщенного зерна на ленте B , м	x_2	$0,3 < x_2 < 0,45$	0,35–0,38
Температура агента сушки t_n , °C	x_3	$45 < x_4 < 65$	51–52
Скорость движения агента сушки v , м/с	x_4	$2 < x_5 < 5$	2,13–2,16
Начальная влажность пророщенного зерна W_0 , %	x_5	$40 < x_6 < 50$	45–46
Время сушки T , мин	x_6	$60 < x_7 < 90$	68–69
Скорость движения ленты V , м/с	x_7	$0,01 < x_3 < 0,02$	0,017–0,018

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика экспериментального исследования процесса сушки пророщенного зерна с применением экспериментальной сушильной установки.
2. Полученные оптимальные значения режимных параметров процесса сушки пророщенного зерна позволят разработать высокопроизводительные средства механизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пономарев А. Ф. Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства / под общ. ред. д-ра с.-х. наук проф. Г. С. Походни. – Белгород, 2003. – 616 с.
2. Официальный сайт компании Big Dutchman [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: www.bigdutchman.ru.
3. Механизация и технология производства продукции животноводства / В. Г. Коба, Н. В. Брагинец, Д. Н. Мурусидзе, В. Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 1999. – 528 с.
4. RU 2479809 C1 F26B17/04 (2006.01) Технологическая линия для проращивания зерна, его обработки и подготовки к скармливанию / С. А. Булавин, Ю. В. Саенко, А. Ю. Носуленко. – Заявл. 09.11.2011; Опубл. 20.04.2013.
5. СТО АИСТ 10.1–2004 Испытания сельскохозяйственной техники. Сушильные машины и установки сельскохозяйственного назначения [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://kubniitim.ru/Standart/Ukaz.htm>.
6. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента. – М.: Металлургия, 1969. – 159 с.
7. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Роцин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Издание 2-е, перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

DETRMINING OPTIMAL PARAMETERS OF GERMINATED GRAIN DRYING FOR VITAMIN FEEDS FOR PIGS

S. A. Bulavin, Yu. V. Saenko, A. Yu. Nosulenko

Key words: experiment, drying, germinated grain, optimal parameters

Summary. The paper justifies the expedience to feed pigs with germinated and dried grains as vitamin additives under the conditions of industrial pig-breeding. It suggests the technique of experimental examinations in the germinated grains drying process. Optimization criteria are chosen: germinated grains moisture when leaving the conveyer drying unit and performance of the conveyer drying unit. The experimental data treated resulted in regression equations of the factors effect on the optimization criteria. The optimal values of regime parameters of the germinated grains drying process are given for vitamin feeds for animals. The use of exhaust gases, as a drying agent, from a steam generating unit, which performs on natural gas, shall allow to supply the germinated grain in advance and decrease the cost of the germinated grain preparation for feeding. The regime parameters optimal values obtained shall allow to calculate and make high productive aggregates to dry the germinated grains with subsequent introduction of the grains into the combined feeds for animals.