

Основные результаты экспериментального исследования роторного диспергатора с оценкой качества диспергации заменителя цельного молока

К.С. Рыспаев, ст. преподаватель, Костанайский ИЭУ

Приоритетным и значимым направлением развития современного сельского хозяйства является повышение эффективности приготовления кормов. Важное звено в формировании здорового, конституционально-крепкого молодняка – это молочный период его выращивания [1]. В мировой практике ведения молочного скотоводства обстоятельно изучены потребности телят в питательных веществах и предложены различные заменители цельного молока (ЗЦМ). Заменители цельного молока – группа продуктов, имеющих сложный, сбалансированный по питательным элементам состав и обеспечивающих нормальный рост и развитие молодняка сельскохозяйственных животных различных видов.

За последние годы наука о кормлении животных накопила большое количество экспериментальных данных о влиянии различных питательных веществ, а также незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, антибиотиков, гормонов, ферментов и др. факторов на обмен веществ, эффективность использования корма. Чем выше уровень кормления, тем выше продуктивность животных и ниже затраты корма на единицу продукции.

Для повышения эффективности приготовления кормов применяется диспергация, которая наряду с повышением питательной ценности молочных и комбинированных продуктов улучшает их качество, а именно консистенцию и вкус. Сущность процесса диспергации заключается в дроблении частиц дисперсной фазы до размеров, равных нескольким микрометрам и их равномерном распределении в пространстве (перемешивании) [2]. Улучшение

вкусовых характеристик продуктов при диспергации связано с уменьшением размеров частиц дисперсных фаз и соответственным увеличением суммарной площади их поверхности. В результате интенсифицируется их воздействие на вкусовые рецепторы, что усиливает вкусовое восприятие [1].

Решить проблемы животноводства на современном этапе можно лишь за счёт широкого и активного внедрения в сельскохозяйственное производство научно обоснованных, современных ресурсосберегающих технологий. Рассматривая вопрос повышения эффективности животноводства, следует иметь в виду, что интенсификация производства на современном этапе развития аграрного сектора в условиях рыночной экономики предполагает не только рост дополнительных вложений на единицу площади и голову животных. В первую очередь должны быть усовершенствованы средства интенсификации на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, улучшения качества животных. Необходимо также разработать и внедрить новые прогрессивные технологии, соответствующие изменившейся технике, принципам и методам организации производства.

Решающую роль в технологии производства того или иного конечного продукта или сырья для последующей переработки играют средства механизации и автоматизации. Поэтому современную ферму необходимо оснащать автоматизированными системами кормления, которые сокращают потребность в ручном труде и количестве персонала, а также повышают качество кормления за счёт более тщательного контроля за приготовлением корма.

Материалы и методы исследования. В настоящее время хозяйства вынуждены применять импортные механизированные и автоматизированные установ-

ки, предназначенные для приготовления и раздачи жидкого ЗЦМ молодняку КРС. Их представляют зарубежные фирмы Urban, Holm&Laue, Westfalia, Forster-Technik (Германия), DeLaval (Швеция). Но эти установки не находят широкого применения из-за высокой стоимости и значительных эксплуатационных затрат. В связи с этим разработка установки для приготовления и раздачи жидкого заменителя цельного молока молодняку сельскохозяйственных животных является актуальной задачей.

Нами был разработан роторный диспергатор и проведены его лабораторные исследования и производственные испытания. Техническая новизна разработанного роторного диспергатора защищена тремя инновационными патентами Республики Казахстан № 27141, № 27439 и № 27612 [3–5].

Также была разработана методика проведения экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования включали: создание дисперсионной среды, генерирование высокочастотных механических возмущений и воздействий на ЗЦМ.

Установка оснащалась средствами измерения параметров создаваемых возмущений. Результаты измерений обрабатывались как вручную, так и на компьютере. Схема экспериментальной установки, созданной для достижения поставленных целей, представлена на рисунке 1.

В качестве плана реализации эксперимента выбран некомпозиционный план Бокса – Бенкина для четырёх факторов, варьируемых на трёх уровнях [6]. Критерием оптимизации служило качество измельчения смеси. Поскольку под качеством измельчения смеси подразумевалась однородность смеси по всему объёму, её количество оценивалось толщиной слоя выделенного жира при центрифугировании.

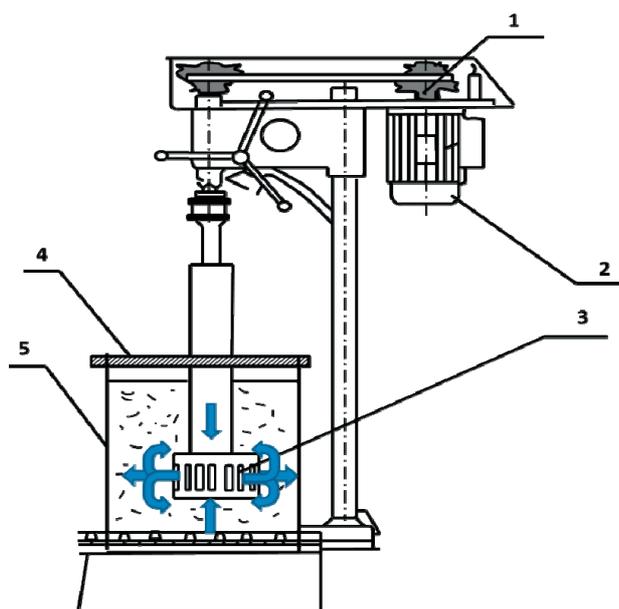


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки:
1 – вариатор скоростей; 2 – электродвигатель;
3 – роторный диспергатор; 4 – крепление корпуса диспергатора; 5 – ёмкость

При использовании плана эксперимента сделали кодировку параметров. Замеры качества измельчения смеси проводим при трёхкратной повторности для всех опытов.

Результаты исследований. На основании результатов исследований, проведённых по собственной методике, получено уравнение регрессии, описывающее качество измельчения смеси ЗЦМ в зависимости от оборотов ротора (X_1), продолжительности обработки смеси (X_2), количества окон внутренней обечайки статора (X_3) и концентрации ЗЦМ в смеси (X_4). Критерием отклика эксперимента является качество измельчения смеси (y):

$$y = 3,2 - 0,569X_1 - 0,093X_2 + 0,356X_3 + 0,10X_4 - 1,9875X_1X_2 - 0,595X_1X_4 + 0,195X_2X_3 + 0,18X_2X_4 - 0,309X_2^1 - 0,3315X_2^2 + 1,2335X_3^3.$$

Проведённый эксперимент, адекватность полученного уравнения регрессии подтвердили работоспособность выбранных параметров измельчения материала, т.е. создания однородной смеси ЗЦМ с заданными параметрами обработки.

Получены оптимальные конструктивно-режимные параметры при приготовлении смеси ЗЦМ: частота вращения ротора $258,5 \text{ с}^{-1}$, продолжительность обработки 320 с , количество окон внутренней обечайки статора 12 шт. и концентрация ЗЦМ в смеси $0,110 \pm 0,005 \text{ кг}$.

Была разработана техническая документация и изготовлена установка для приготовления ЗЦМ (рис. 2, 3).

Степень однородности смеси (λ) в проведённых экспериментах определяли по методике Г.М. Кухты [7].

Степени однородности смеси: $\lambda_{\text{ср.}} = 91\%$; $\lambda_{\text{min.}} = 83\%$; $\lambda_{\text{max.}} = 98\%$.

$\lambda < 85\%$ – в двух экспериментах смесь плохого качества, что составляет 7% от общего количества экспериментов; $85\% < \lambda < 90-92\%$ – в восьми экспериментах смесь удовлетворительного качества, что составляет 30% от общего количества экспе-

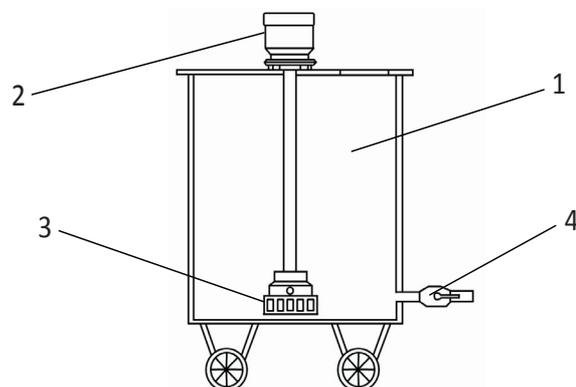


Рис. 2 – Схема агрегата для приготовления заменителей молока роторным диспергатором:
1 – бак-смеситель; 2 – электродвигатель; 3 – роторный диспергатор (рис. 3); 4 – кран сливной



Рис. 3 – Роторный диспергатор

1. Результаты статистической обработки

№ эксперимента	Качество измельчения смеси, $U_{\text{эсп}}$, мм	Степень однородности смеси, λ , %
1	2,11	87
2	3,47	92
3	2,22	83
4	3,11	92
5	4,30	95
6	3,93	93
7	4,22	98
8	4,19	94
9	1,95	91
10	3,52	97
11	2,03	84
12	3,14	95
13	4,50	92
14	4,70	89
15	3,30	92
16	4,11	95
17	3,9	87
18	4,80	93
19	2,81	89
20	3,81	93
21	3,36	92
22	4,00	91
23	3,28	91
24	3,00	88
25	3,20	92
26	3,31	87
27	3,11	92
ср.	3,45	91

риментов; $\lambda > 92\%$ – в 17 экспериментах, что составляет 63% от общего количества экспериментов.

Всего в 93% экспериментов однородность смеси была удовлетворительного и хорошего качества. Результаты статистической обработки данных степени однородности приведены в таблице 1.

Экспериментальный роторный диспергатор внедрён в ряде хозяйств Костанайской обл. РК: КХ «Иржанова А» (Узункольский р-он, п. Ершовка), ЧП «Айтбаев М.О.» (Карасуский р-н, п. Карасу), ИП «Кузовой А.В.» (Камыстинский р-н, п. Талдыколь).

Годовой экономический эффект применения роторного диспергатора рассчитан по стандартной методике экономии приведённых затрат [8] (табл. 2).

Применение разработанной установки для приготовления ЗЦМ позволит получить годовой

2. Показатели экономической эффективности применения роторного диспергатора

Показатель	Серийный АВМ-0,8	Экспериментальный роторный диспергатор
Производительность, т/ч	0,275	0,313
Эксплуатационные расходы, руб/кг	74,79	51,23
Затраты труда, чел-ч/кг	2,00	2,00
Приведённые затраты, руб/кг	86,89	59,67
Экономический эффект, руб/кг	–	27,12
Срок окупаемости устройства, лет	–	1,7 года

экономический эффект 27120 руб. на 1 т ЗЦМ за счёт увеличения производительности на 13,8%, снижения приведённых затрат на 31,3%, эксплуатационных затрат – на 31,5% при высоком качестве приготовляемой смеси. Срок окупаемости установки составляет 1,7 года.

Литература

1. Воропаева В.С. Производство заменителей цельного молока для сельскохозяйственных животных. М.: Пищевая промышленность, 1977, 130 с.
2. Малахов Н.Н., Плаксин Ю.М., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. Орел: Орловский государственный технический университет, 2001. 687 с.
3. Роторный диспергатор: инновационный патент / А.К. Курманов, Т.И. Исинтаев, К.С. Рыспаев // А4 (11) 27141, МПК В01F 7/28 (2006/.01), В06В 1/16 (2006.01), заявка 2012/0719.1 от 18.06.2012 г. Дата публикации 15.07.2013 г. Официальный бюллетень. 2013. № 7 (I).
4. Роторный эмульгатор: инновационный патент / А.К. Курманов, Т.И. Исинтаев, К.С. Рыспаев // А4 (11) 27439, МПК В01F 11/02 (2006.01), В01F 7/18 (2006.01), В06В1/16 (2006.01), А01J 11/06 (2006.01), А23L 1/035 (2006.01). Заявка 2012/0840.1 от 18.07.2012 г. Дата публикации 15.09.2013 г. Официальный бюллетень. 2013. № 10 (I).
5. Роторный эмульгатор-диспергатор: инновационный патент / А.М. Наметов, А.К. Курманов, Т.И. Исинтаев, К.С. Рыспаев // А4 (11) 27612, МПК В01F 7/00 (2006/.01), В06В 1/16 (2006.01), А01J 11/06 (2006.01), А23L 1/035 (2006.01). Заявка 2013/0188.1 от 14.02.2013 г. Дата публикации 15.11.2013 г. Официальный бюллетень. 2013. № 11 (I).
6. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. С. 237.
7. Кухта Г.М. Технология переработки и приготовления кормов. М.: Колос, 1978. С. 286–240.
8. Методика определения экономической эффективности технологии и сельскохозяйственной техники. Рекомендации. М.: Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ и ВНИЭСХ, 1998. 104 с.