

Таким образом, внедрение в производство новых видов кормовых продуктов из экструдированных семян рапса позволяет сбалансировать рационы животных по протеину, жиру, незаменимым аминокислотам, энергии, улучшить вкусовые качества, сохранность и поедаемость объемистых кормов, повысить удои и содержание жира в молоке.

### **Заключение**

В результате выполнения НИОКР по заданию разработана технология и оборудование для приготовления высокобелковых кормовых добавок на основе рапса, зернобобовых и другого местного сырья. Проведены исследования оборудования линии по обоснованию основных параметров и режимов работы.

### **Список использованной литературы**

1. Афанасьев, В.А. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных. Воронеж 2007г. – 183 с.
2. Программа развития производства семян масличных культур, масложировой продукции и белкового корма в Республике Беларусь на 2012–2015 годы. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 31 августа 2012 г. № 799. Минск, 2012 г.
3. Голушко, В.М.: Использование семян рапса и продуктов их переработки в кормлении сельскохозяйственных животных. Голушко, В.М., Линкевич С.А., Роцин В.А. Жодино, 2012.г
4. Способ производства экструдированных продуктов с предварительным подогревом и устройство для его осуществления В 29С 47/78 , А 23Р 1/12. Заявка на изобретение № 20130553. Авторы: Передня В.И., Хруцкий В.И., Головач О.А., и др. РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». 2013г.

**УДК 636.4.085.13**

**П.П. Ракецкий, И.Н. Казаровец, И.А. Сухабок,  
М.Е. Сикорская, В.В. Тимошик, Д.А. Дроздова**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический*

## **ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА**

### **Введение**

Одним из важнейших условий максимальной реализации генетического потенциала молочной продуктивности скота и роста производительности труда является совершенствование машинного доения коров. В последние годы достигнуты определенные успехи в изучении различных физиологических и технологических аспектов машинного доения животных на фермах и комплексах. В тоже время многие вопросы машинного доения остаются недостаточно разработанными и нуждаются в дальнейших исследованиях. Это, прежде всего, касается комплексных исследований, направленных на создание более совершенных доильных аппаратов.

Решение этих вопросов представляет большой практический интерес, так как позволит обеспечить рост молочной продуктивности скота в условиях машинного доения, снизить заболеваемость коров маститами и повысить производительность труда в молочном скотоводстве. Поэтому цели и задачи по совершенствованию параметров доильного аппарата и реализация их в более совершенной доильной технике, безусловно, является актуальными.

### **Основная часть**

Работа доильного аппарата в любой произвольный момент времени количественно характеризуется определенными значениями технических параметров. К основным параметрам доильного аппарата относятся:  $x_1$  - число пульсаций,  $x_2$  - длительность такта сосания,  $x_3$  - величина вакуума под соком,  $x_4$  - межстенный вакуум,  $x_5$  - подсос воздуха коллектором,  $x_6$  - вакуум смыкания сосковой резины.

Так как предшествующие однофакторные исследования по оптимизации режимов работы доильных аппаратов совершенно не учитывали комплексного воздействия нескольких параметров на функциональное и физиологическое состояние молочной железы, то получены самые противоречивые мнения в отношении их номинальных значений. В основу наших исследований положен многофакторный метод исследований с применением метода планирования экстремальных экспериментов.

Сущность этого метода планирования состоит в определении физиологически обоснованных допустимых значений рабочих параметров, когда критерии качества служит комплекс показателей эффективности машинного доения. Экспериментально статистическими методами в два этапа, последовательно формализующих процесс поиска, находили оптимальные значения независимых переменных (параметров). При этом зависимые переменные (показатели машинного доения) рассматривались как критерии эффективности и могли принимать экстремальное значение.

На первом этапе экспериментальных исследований необходимо установить область варьирования независимых переменных и произвести оценку показателей эффективности машинного доения, характеризующихся совокупностью функций в зависимости от значений параметров доильного аппарата. В результате анализа, ранее проведенных в нашей стране и за рубежом исследований и значений параметров доильных аппаратов, применяемых в настоящее время, была установлена область, которая определялась неравенствами:  $40,0 x_1 \leq 120$ ;  $50 x_2 \leq 70$ ;  $40,0 x_3 \leq 54,7$ ;  $40,0 x_4 \leq 53,3$ .

$$1,75 \leq x_5 \leq 5,15$$

$$5,3 \leq x_6 \leq 26,0 \quad (1)$$

Начальная область изменения рабочих параметров включала все определенные техническими возможностями аппаратов точки, то есть она была гораздо шире оптимальной. Поэтому на первом этапе исследования использовалось линейное приближение поверхности отклика для того, чтобы число предстоящих опытов было минимальным.

Для определения показателей машинного доения за основу принималась линейная модель:

$$y_i^k = b_i^k x_i, \quad \text{при } x_0 = 1 \quad (2)$$

где  $y_i^k$  - показатели качества машинного доения (разовый удой, остаточное молоко, время доения);

$x_i$  - рабочие параметры (факторы);

$b_i^k$  - коэффициенты уравнений регрессии;

$k$  - индекс показателей машинного доения.

Выбор экспериментальных точек разработчики методики производили в соответствии с общими правилами построения экстремальных планов первого порядка [1].

Поскольку размерность факторного пространства равна 6, а варьирование независимых переменных производится на двух уровнях (+ и -), то количество опытов в эксперименте равна  $2^6$ .

Применение линейной модели (2) для оценки показателей эффективности машинного доения позволило уменьшить число опытов за счет использования дробных реплик. За оптимальный план эксперимента выбрана реплика  $2^{6-3}$ , содержащая минимальное число опытов, необходимое для оценки коэффициентов регрессии.

Параметры работы доильного аппарата контрольной группы находились в центре эксперимента.

На основании результатов исследования первого этапа эксперимента по средним показателям эффективности машинного доения в каждом опыте определялись коэффициенты линейной регрессии по формуле:

$$b_i^k = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \gamma y_i^k}{N}, \text{ при } i = 1, 8, k = 1, 3 \quad (3)$$

где N - число опытов в эксперименте;  $y_i^k$  = показатели эффективности машинного доения;  $x_i$  - рабочие параметры (факторы).

При проверке значимости коэффициентов регрессии получено, что подсос воздуха в клапане коллектора на величину разового удоя и остаточного молока не влияет, поэтому в последующих исследованиях величина этого параметра была принята постоянной - 4,5 нл/мин.

Задачей второго этапа исследования являлось определение оптимальной области допустимых значений параметров. Для построения плана эксперимента был использован шаговый метод Бокса-Уилсона. Длина шага для движения по градиенту равна:

$$h_i = \frac{d_i - a_i}{2} \sum_{k=1}^3 C_k b_i^k, C_k b_i^k \quad (4)$$

где  $d_i$ ,  $a_i$  - значения параметров на верхних и нижних уровнях;

$c$  - стоимость 1 л молока или 1 мин машинного доения;

$b$  - коэффициенты регрессии

Проведенный расчеты дали следующие результаты:  $h_1 = 3,4$ ;

$h_2 = -0,41$ ;  $h_3 = 0,63$ ;  $h_4 = -0,35$ ;  $h_5 = -0,04$ ;  $h_6 = -0,92$ .

С учетом технических возможностей эксперимента длина шага была увеличена в три раза. Отсюда схема второго этапа исследований имеет вид (табл. 1).

Таблица 1 Схема опыта (режим доильных аппаратов)

Параметр	Контрольная группа коров	Опытная группа коров								
		Опыты								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I этап опыта</b>										
Число пульсаций, Гц	1,33	0,66	2,00	2,00	0,66	2,00	2,00	0,66	0,66	-
Длительность такта сосания, %	60	50	70	70	50	50	50	70	70	-
Величина вакуума под соском, кПа	46,7	40,0	53,3	40,0	53,3	40,0	53,3	40,0	53,3	-
Эффективный вакуум, кПа	46,7	40,0	53,3	40,0	53,3	40,0	53,3	40,0	53,3	-
Вакуум смыкания сосковой резины, кПа	13,3	5,3	5,3	24,7	24,7	24,7	5,3	5,3	24,7	-
<b>II этап опыта</b>										
Число пульсаций, Гц	0,75	1,33	1,50	1,66	1,83	2,00	1,16	1,00	0,83	0,66
Длительность такта сосания, %	51	60	58	56	54	52	62	64	66	68
Величина вакуума под соском, кПа	48,0	46,7	48,7	50,7	52,7	54,7	44,7	42,7	40,7	38,7
Эффективный вакуум, кПа	46,0	46,7	45,9	45,1	44,3	43,5	47,5	48,3	49,1	50,0
Вакуум смыкания сосковой резины, кПа	24,0	15,3	12,7	10,0	7,3	4,7	18,0	20,7	20,3	26,0

Контрольная группа коров на втором этапе эксперимента выдавалась режимом работы доильного аппарата с параметрами, близкими режиму работы доильного аппарата "Импульс".

## **Заключение**

Проведенные производственные испытания [2,3] предлагаемых режимов работы доильного аппарата в 6- и 7-м опытах не только способствовали увеличению степени относительной выдоенности за первые минуты доения, средней скорости молокоотдачи и снижению степени первичной травматизации молочной железы, но и оказали положительное влияние на полноту выдаивания, что в конечном результате благоприятно сказалось на продуктивности подопытных животных.

### **Список использованной литературы**

1. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические планирования экстремальных экспериментов. М. 1965
2. Ракецкий П.П. Характер сочетания параметров доильного аппарата и их взаимное влияние на скорость молокоотдачи коров / П.П. Ракецкий [и др.] В сб. научных статей Международной научно-практической конференции Минск 2015 с. 521-526
3. Ракецкий П.П. Физиологическая оценка режимов работы доильных аппаратов на основе остаточного молока / П.П. Ракецкий [и др.] В сб. научных статей Международной научно-практической конференции Минск 2015 с. 526-530