

Проанализировав полученные снимки, еще раз убеждаемся, что растения и почва прогреваются в первую очередь, а температура воздуха изменилась лишь на 2 °С, т.е. на момент окончания эксперимента (через 25 минут) составила 18°С. Также следует отметить, что инфракрасные горелки своим излучением прогревают почву на глубину 5-7 сантиметров. Благодаря этому стимулируется корневая система растений, для них создаются все необходимые условия для роста. Кстати, подобным эффектом направленного обогрева почвы не обладают другие способы обогрева.

Отапливать теплицы при помощи инфракрасных горелок выгодно во многих отношениях. Работающие обогреватели практически не поглощают кислород и не пересушивают воздух, благодаря чему в помещении удастся сохранить нужный уровень влажности. Правильно установленное инфракрасное отопление в теплицах дает возможность поддерживать необходимую температуру не во всем помещении в целом, а на отдельно взятых его участках. Лучевые обогреватели просто незаменимы в теплицах, где выращиваются несколько культур, так как они позволяют на небольшой территории создавать разные температурные зоны, необходимые для того или иного растения.

Инфракрасный обогрев не создает дополнительного шума и совершенно безопасен для здоровья. В теплицах, отапливаемых инфракрасными обогревателями, овощи созревают быстрее. Обогрев теплом позволяет на 30-40% повысить урожайность культур по сравнению с устаревшими способами отопления [1]. Если добавить ко всему сказанному то, что срок эксплуатации качественных керамических пластин составляет до 30 лет, тогда можно понять, насколько выгодно устанавливать в теплицах подобные системы обогрева.

Литература

1. Энергоэффективность аграрного производства. Под общ. ред. академиков В.Г. Гусакова, Л.С. Герасимовича. – Минск: «Беларуская навука», 2011. – 775с.
УДК 636.2.034

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ МОЛОЧНОГО СТАДА

Леонов А.Н., д.т.н., профессор,

Китиков В.О., к.т.н., доцент, **Тернов Е.В.**, ассистент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Введение. Динамика изменения суточных удоев в процессе лактации определяется физиологическим состоянием коров, которое предопределяется генетической программой и связано с изменением количества и активности альвеол молочной железы. Прогнозирование суточных удоев и годовой производительности коров проводится с целью планирования товарной массы молока, расчёта потребности в кормах и организации коммерческой деятельности МТФ. Однако, прогнозирование суточных удоев коров имеет большое значение для оптимизации процесса машинного доения; для выявления заболеваний животных, нарушений режимов кормления и содержания путём сравнения характеристик молочной продуктивности конкретной коровы с усреднёнными характеристиками группы коров; для селекционной выбраковки коров из-за непригодности их к процессу машинного доения.

Не нарушая общности, проанализируем лактационное поведение коров чёрно-пёстрой породы (их в РБ более 80 %). Период лактации коров с годичным циклом между отёлами составляет ≈ 307 дней и состоит из двух периодов: молозивного (7 дней после отёла) и основного (300 дней). Молоко первого периода используется для выпойки телят. Основной период лактации состоит из периода роста удоев (≈ 50 дней) и периода спада удоев (≈ 250 дней) (см. рисунок).

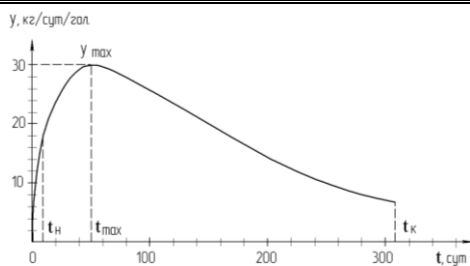


Рисунок – Типичная кривая лактации для коров с годовым циклом

Одной из лучших на сегодняшний день лактационной моделью, является модель Вуда [1]:

$$y(t) = a \cdot t^b \cdot e^{-ct}, \quad (1)$$

где $y(t)$ – суточный удой, кг/сут/гол; t – время с момента отёла, сут; a , b , c – феноменологические константы модели, размерность которых $\text{кг/сут}^{(1+b)}/\text{гол}$, 1, сут^{-1} , соответственно. Феноменологические константы (a , b , c) уравнения (1) рассчитывались по характерным точкам: y_{\max} – максимальный удой; t_{\max} – время достижения пика удоёв; годовая продуктивность Y ; **продолжительность лактационного периода** t_k . Экспериментальная проверка модели Вуда на 859 коровах фризской породы позволила сделать вывод, что модель адекватно описывает лактационное поведение коров на протяжении всего лактационного периода [2].

Однако модель Вуда, константы которой получаются только по завершению лактационного периода, некорректно использовать для прогнозирования удоёв других коров. Большой разброс индивидуальных особенностей, таких как возраст, число предшествующих лактаций, сезон лактации, годовая продуктивность, стойкость к заболеванию маститом, а если к этому добавить различие в условиях преддоильного содержания и кормления, которые существенно влияют на продуктивность животных, делает погрешность прогнозирования молочной продуктивности непредсказуемой и очевидным, что прошлогодняя модель лактации лишена самого главного свойства – способности прогнозировать лактационную продуктивность коров, которые до этого не тестировались.

Основная часть. Цель работы – разработка экспресс-метода построения лактационной модели для коров, **не прошедших тестирование**, с погрешностью менее 5 % за относительно небольшой начальный период лактации (не более 20 дней).

Первая особенность экспресс-метода: уравнение Вуда в этой работе использовано в несколько измененном виде, в которой оба множителя – безразмерные величины

$$y(t) = m_0 \cdot \left(\frac{t}{t_0} \right)^{b_0} \cdot e^{-\frac{t}{t_0}}, \quad (2)$$

где m_0 , b_0 , t_0 – константы, размерность которых кг/сут/гол , 1, сут.

Вторая особенность экспресс-метода: моделирование лактации производилось для группы коров, а не для одной коровы. Для уменьшения погрешности прогнозирования в качестве суточного удоёя брался средний удой 24 коров, так как стандартное отклонение выборочного среднего в \sqrt{n} раз меньше стандартного отклонения случайной величины $S(\bar{Y}) = S(Y)/\sqrt{n}$ [3].

Третья особенность экспресс-метода: Для наделения модели Вуда прогнозирующей функцией, параметры m_0 , b_0 , t_0 лактационной модели определялись по величинам удоёв, полученных в первые 20 дней основной лактации. В группу, состоящую из 24 коров, были отобраны животные одного возраста с датой отёла 2 – 5 февраля, 2-го лактационного периода, с приблизительно одинаковой продуктивностью. Эксперимент проводился на НТП (экспериментальная база «Зазерье») НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства.

С учётом стохастической природы молокообразования, количественные значения констант m_0 , b_0 , t_0 определялись методами математической статистики путём линеаризации нелинейного уравнения Вуда логарифмической формой:

$$\ln y(t) = \ln m_0 + b_0 \ln \left(\frac{t}{t_0} \right) - \frac{t}{t_0}, \quad (3)$$

а после ввода новых обозначений:

$$Z(t) = c_0 + c_1 X_1 - c_2 X_2, \quad (4)$$

где $Z(t) = \ln y(t)$; $X_1 = \ln t$; $X_2 = t$; параметры m_0, b_0, t_0 равны:

$$m_0 = \exp(c_0 - c_1 \ln c_2); \quad b_0 = c_1; \quad t_0 = 1/c_2. \quad (5)$$

Средняя годовая продуктивность определялась по уравнению:

$$Y = m_0 \int_{t_n}^{t_k} \left(\frac{t}{t_0} \right)^{b_0} \exp \left(-\frac{t}{t_0} \right) dt, \quad (6)$$

где $t_n = 8$ сут и $t_k = 307$ сут, t_n, t_k – время начала и конца основной лактации, сут.

После определения суточных удоев за период 8 – 20 дней, с помощью компьютерной программы MS Excel [4] определялись параметры (c_0, c_1, c_2), а по уравнению (5) – константы m_0, b_0, t_0 . Затем по уравнению (2) (6) рассчитывались параметры, которые вместе с экспериментальными данными приведены в таблице.

Таблица – Прогнозируемые параметры математической модели Вуда

t , сут	Объём выборки	$Y_{\text{эксп}}$, кг/сут/гол	$Y_{\text{расч}}$, кг/сут/гол	t_{max} , сут	Y_{max} , кг/сут/гол	Y_k , кг/сут	$Y_{\text{расч}}$, кг/год/гол	$\frac{Y_{\text{расч}} - Y_{\text{эксп}}}{Y_{\text{эксп}}}$, %
21	14	26,9	26,9	55	30,9	9,8	6442	14,0
24	17	27,5	27,7	49	30,1	7,2	5875	3,8
30	23	28,8	28,7	49	30,1	7,0	5727	1,2
48	41	29,9	30,0	48	30,0	6,9	5717	1,0
100	93	25,7	25,8	48	30,0	6,7	5645	0,3
200	193	14,3	14,4	48	30,0	6,7	5646	0,3
307	300	6,6	6,7	48	30,0	6,7	5649	0,2

Анализ результатов, приведённых в таблице, позволяет сделать вывод о том, что лактационная модель, полученная экспресс-методом позволяет прогнозировать годовую продуктивность коров с относительной погрешностью менее 5 %. Для сравнения экспериментальные данные: пик суточного удоа 30,0 кг/день/гол наступил на 48-й день, годовая продуктивность – 5661 кг/год/гол, определена с абсолютной погрешностью ± 60 кг/год/гол (1 %). Следует отметить, что с каждым последующим днём, полученная информация присоединяется к известной, и параметры модели уточняются автоматически. Например, модель, построенная по результатам 23-х дней основной лактации позволяет прогнозировать годовой удои с погрешностью менее 1,2 %, что в пределах экспериментальной ошибки.

Таким образом, отработав 24 дня в состоянии статистической неопределённости, в остальные 283 дня доение проходит при полном понимании потенциала коров конкретной группы. Аналогично собранная информация для других групп коров позволяет прогнозировать молочную продуктивность всего стада МТФ.

Заключение.

1. Разработан экспресс-метод построения лактационной модели Вуда за относительно небольшой начальный период лактации (не более 20 дней), что позволило прогнозировать молочную продуктивность коров, которые до этого не тестировались, с относительной погрешностью не более 5 % за весь период лактации.

2. Прогнозирование молочной продуктивности молочного стада МТФ, позволяет планировать товарную массу молочного сырья, рассчитывать потребность в кормах, оптимизировать процесс машинного доения, выявлять заболевание отдельных коров, проводить селекционную выбраковку коров из-за непригодности их к машинному доению, путём сравнения характеристик молочной продуктивности конкретной коровы с усреднёнными характеристиками группы коров. Такой вид коррекции - реализация **обратной связи**, при которой информация, полученная на стадии машинного доения, позволяет улучшать экономические показатели работы МТФ.

Литература

1. Wood P.D.P. Algebraic model of the lactation curve. – Nature, London, 1967. – N 216. – P. 164 – 165.
2. Wood P.D.P. A simple model of lactation curve for milk yield, food requirement and body weight – Animal Production, 1979. – N 28. – P. 55 – 63.
3. Леонов, А.Н. Основы научных исследований и моделирования / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис. – Минск : БГАТУ, 2010. – 276 с.
4. Курицкий, Б.Я. Поиск оптимальных решений EXCEL7.0. СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 1997. – 384 с.

УДК 631.316.022

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД РАЗРАБОТКИ РОТАЦИОННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ

Пархоменко Г.Г., к.т.н., старший научный сотрудник,

Семенихина Ю.А., к.т.н., научный сотрудник

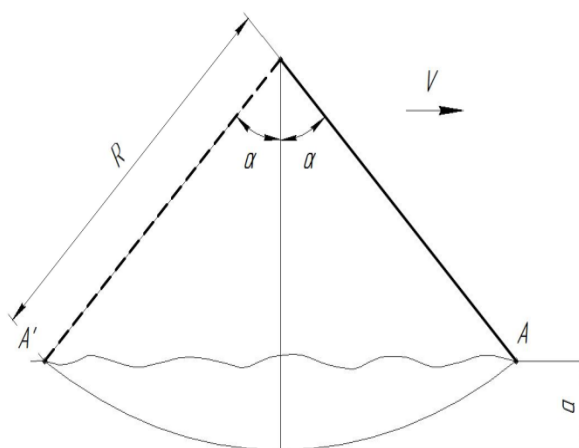
Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации
и электрификации сельского хозяйства

Метод заключается в использовании закономерности влияния реологических свойств почвы (в частности, длительности релаксации пласта) на качество рыхления ротационным рабочим органом [1].

Качество рыхления зависит от длительности контакта иглы (ножа) ротационного рабочего органа с почвой. В качестве примера рассмотрим рабочий орган (рисунок 1а), который состоит из ротора, на цилиндрической поверхности которого размещены прямые иглы с конусной заточкой [2]. Ротор получает вращение в результате пассивного взаимодействия игл с пластом при поступательном движении почвообрабатывающей машины под действием тягового усилия трактора.



а)



б)

Рисунок 1 – Ротационный рабочий орган для поверхностного рыхления:
а – общий вид; б – схема к определению параметров