

УДК 636.22/28.084.522.001.57

## ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НА КОМПЛЕКСАХ ПО ОТКОРМУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

АЖ КУЦЕНКО, к.э.н.

(Кафедра электрификации и автоматизации)

На основе мониторинга роста, развития и физиологического состояния животных предложен способ управления процессом формирования динамики продуктивности, направленный на реализацию генетического потенциала молодняка крупного рогатого скота при откорме на комплексах.

*Ключевые слова:* программирование продуктивности, мониторинг роста и развития животных, компьютерные технологии в животноводстве.

Одним из примеров успешного использования в животноводстве компьютерных технологий являются получившие в последнее время большое распространение прецизионные (высокоточные) системы индивидуального дозированного кормления животных, применяемые на молочных и свиноводческих комплексах [1], осуществляющие мониторинг роста, развития и физиологического состояния животных.

Главное их преимущество перед традиционными системами кормления заключается в том, что компьютер, управляющий процессом кормления животных, на основе постоянно накапливаемых в памяти данных по каждому животному рассчитывает в соответствии с живой массой, планируемым уровнем продуктивности, физиологическим состоянием животного его индивидуальную ежесуточную потребность в кормах. Таким образом формируется ежесуточная программа кормления животных, в соответствии с которой осуществляется процесс кормления, и каждому животному выдается необходимое количество кормов, обеспечивающих достижение запланированных уровней продуктивности.

Аналогичные системы управления процессом кормления необходимо применять при выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота. Особенно важным это становится при создании и внедрении системы программирования мясной продуктивности животных на комплексах по производству говядины [3, 4, 5]. В отличие от индивидуального дозированного кормления на комплексах необходимо применять дозированное групповое кормление, так как по типовому варианту технологии выращивания и откорма 10 тыс. гол. молодняка крупного скота в одной производственной секции должны содержаться однородные группы животных по 18 гол. в каждой из 20 клеток.

Основная трудность в реализации такого подхода состоит в необходимости изучения динамики живой массы и продуктивности по группам животных в каждой клетке, поскольку конструкция кормушек рассчитана на выдачу кормов для всех животных, содержащихся в клетке.

Для решения данного вопроса предлагается в контрольной клетке производственной секции установить элект-

ронные веса для автоматического взвешивания каждого животного с идентификацией индивидуального номера. При этом необходимо выделить в клетке зону взвешивания и поения животных, тогда каждое животное, подходя к поилке, будет автоматически взвешиваться, а данные будут поступать в управляющий компьютер.

По ежесуточным данным о живой массе животных в контрольной клетке можно осуществить расчет живой массы и продуктивности животных в остальных клетках, используя соответствующий алгоритм на основе применения корректировочных коэффициентов, которые устанавливают первоначально при комплектовании каждой клетки производственной секции животными с одинаковой живой массой. Алгоритм расчета параметров живой массы и продуктивности животных в каждой клетке также должен корректировать оператор по обслуживанию данной производственной секции в соответствии с оперативно складывающейся ситуацией.

В результате для животных каждой клетки ежесуточно будет рассчитано необходимое количество корма в соответствии с живой массой и запланированной динамикой формирования продуктивности животных.

Оптимальные потребности животных в элементах питания  $q(t)$  при продолжительности периода выращивания и откорма  $t$  зависят от их живой массы  $p(t)$  и продуктивности  $\phi(t)$ . Поэтому соответствующая функция для расчета потребностей молодняка крупного рогатого скота на откорме [2] имеет вид

$$q(t) = a + \beta p(t) + \gamma \phi(t), \quad (1)$$

где  $q(t) = q_1(t), q_2(t) \dots q_l(t) \dots q_L(t)$  — вектор нормированных потребностей животных в элементах питания;  $l$  и  $L$  — текущий и максимальный номера соответственно;  $a = (a_1, a_2 \dots a_l \dots a_L(t))$  — вектор свободных членов;  $\beta = \beta_1, \beta_2 \dots \beta_l \dots \beta_L(t)$  — вектор коэффициентов при

параметре живой массы  $p(t)$ , означающих, насколько увеличиваются потребности в питательных веществах при увеличении живой массы животного на 1 кг;  $\gamma = (\gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_L(t))$  — вектор коэффициентов при параметре продуктивности  $\phi(t)$ , означающих, насколько увеличиваются потребности в питательных веществах при увеличении прироста живой массы животного на 1 кг.

Определение параметров функции потребностей крупного рогатого скота в питательных веществах при доращивании и откорме животных молочно-мясных и молочных пород проводили на основе регрессионного анализа данных нормированного кормления [6], результаты которого представлены в таблице 1.

Адекватность представления данных о нормированном кормлении функцией потребностей животных в питательных веществах (1) обеспечивается высокими уровнями корреляционных связей по каждому  $l$ -му элементу питания (коэффициенты множественной корреляции  $R_l, 0,98$ ).

В связи с тем, что при производстве, покупке и раздаче кормов, а также при исчислении затрат на производство продукции расчеты иногда проводятся на основе использования показателя кормовые единицы, при определении оптимальных потребностей в кормовых единицах на основании данных о нормированном кормлении [7] для начального (2), промежуточного (3) и заключительного (4) периодов откорма получены следующие значения коэффициентов функции потребностей в кормовых единицах:

$$a = 1,0996, \quad (3 = 0,007373, \quad y = 4,0); \quad (2)$$

$$a = 1,0996, \quad (3 = 0,007373, \quad y = 4,5); \quad (3)$$

$$a = 1,1167, \quad (3 = 0,007373, \quad y = 5,0). \quad (4)$$

Запланированная программируемая динамика формирования продуктивности животных при откорме на комплексах представлена в виде параболы [3]

$$\phi(t) = at^2 + bt + c, \quad (5)$$

**Параметры функции нормированных потребностей в элементах питания при откорме крупного рогатого скота**

№	Элемент питания	Параметры функции нормированных потребностей $q(t) = \alpha + \beta p(t) + \gamma \psi(t)$		
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
1	ЭКЕ	-1,875	0,0164	3,989
2	ОЭ, МДж	-18,753	0,1638	39,885
3	Сухое вещество, кг	-1,052	0,0217	2,395
4	Сырой протеин, г	82,479	1,1811	626,97
5	Переваримый протеин, г	129,36	0,5110	392,77
6	РП, г	-168,87	1,4532	362,77
7	НРП, г	251,35	-0,2721	264,20
8	Сырая клетчатка, г	-129,26	3,9680	510,43
9	Крахмал, г	-166,61	1,7214	510,08
10	Сахара, г	-53,031	0,9929	353,16
11	Сырой жир, г	-7,816	0,4076	175,69
12	Соль поваренная, г	-22,602	0,1367	20,434
13	Кальций, г	-12,738	0,1000	23,569
14	Фосфор, г	-7,516	0,0557	13,002
15	Магний, г	-1,810	0,0567	1,458
16	Калий, г	6,957	0,1593	5,607
17	Сера, г	4,833	0,0606	2,892
18	Железо, мг	-69,427	1,3732	126,07
19	Медь, мг	-12,596	0,1970	19,245
20	Цинк, мг	-66,168	1,0494	100,95
21	Кобальт, мг	-0,927	0,0140	1,364
22	Марганец, мг	-61,096	0,9341	90,354
23	Йод, мг	-0,450	0,0071	0,660
24	Каротин, мг	-41,971	0,4101	68,492
25	Витамин Д, тыс. МЕ	-2,349	0,0119	5,279
26	Витамин Е, мг	-36,985	0,5707	59,529

параметры которой определяются при привязке модели расчета оптимальных потребностей в кормах для каждой производственной секции на основе рассчитанных параметров функций продуктивности (табл. 2), охватывающих возможные варианты ее формирования.

Для обеспечения обоснованного выбора соответствующей функции продуктивности в таблице 2 также приведены данные по общему  $\Phi(T)$  и среднесуточному  $\phi_{cp}(T)$  приросту живой массы животных при продолжительности периода достижения максимальных уровней суточной продуктивности  $T = 350$  сут и оптимальной [3] продолжительности периода содержания животных  $T = 525$  сут, которые получены по следующим формулам:

$$\Phi(T) = \int_0^T \phi(t) dt = \frac{aT^3}{3} + \frac{bT^2}{2} + cT, \quad (6)$$

$$\phi_{cp}(T) = \frac{\Phi(T)}{T} = \frac{aT^2}{3} + \frac{bT}{2} + c. \quad (7)$$

Для расчета необходимого количества сбалансированной по соответствующим элементам питания кормосмеси предлагается следующий алгоритм. В каждой  $i$ -й клетке производственной секции находится  $n_i$  животных. Тогда общее число животных производственной секции составляет

$$N = \sum_{i=1}^{20} n_i. \quad (8)$$

Средняя живая масса одного животного в каждой клетке, рассчитывается

Параметры функций продуктивности, описываемых параболой, при откорме крупного рогатого скота

№	Значение функции продуктивности $\phi(t)$ при			Параметры параболы $\phi(t) = at^2 + bt + c$			Среднесуточный прирост живой массы животных (г) при		Общий прирост живой массы животных (кг) при	
	$t = 0$	$t = 350$	$t = 525$	$a$	$b$	$c$	$T = 350$	$T = 525$	$T = 350$	$T = 525$
1	300	900	750	-0,0049	3,4	300	700	750	245	393,8
2	400	900	775	-0,00408	2,86	400	733,3	775	256,7	406,9
3	500	900	800	-0,00327	2,29	500	766,7	800	268,3	420
4	600	900	825	-0,00245	1,76	600	800	825	280	433,1
5	700	900	850	-0,00163	1,14	700	833,3	850	291,7	446,3
6	300	1000	825	-0,00571	4	300	766,7	825	268,3	433,1
7	400	1000	850	-0,0049	3,4	400	800	850	280	446,3
8	500	1000	875	-0,00408	2,86	500	833,3	875	291,7	459,4
9	600	1000	900	-0,00327	2,29	600	866,7	900	303,3	472,5
10	700	1000	925	-0,00245	1,71	700	900	925	315	485,6
11	300	1100	900	-0,00653	4,57	300	833,3	900	291,7	472,5
12	400	1100	925	-0,00571	4	400	866,7	925	303,3	485,6
13	500	1100	950	-0,0049	3,43	500	900	950	315	498,8
14	600	1100	975	-0,00408	2,86	600	933,3	975	326,7	511,9
15	700	1100	1000	-0,00327	2,29	700	966,7	1000	338,3	525
16	300	1200	975	-0,00735	5,14	300	900	975	315	511,9
17	400	1200	1000	-0,00653	4,57	400	933,3	1000	326,7	525
18	500	1200	1025	-0,00571	4	500	966,7	1025	338,3	538,1
19	600	1200	1050	-0,0049	3,43	600	1000	1050	350	551,3
20	700	1200	1075	-0,00408	2,86	700	1033,3	1075	361,7	564,4
21	300	1300	1050	-0,00816	5,71	300	966,7	1050	338,3	551,3
22	400	1300	1075	-0,00735	5,14	400	1000	1075	350	564,4
23	500	1300	1100	-0,00653	4,57	500	1033,3	1100	361,7	577,5
24	600	1300	1125	-0,00571	4	600	1066,7	1125	373,3	590,6
25	700	1300	1150	-0,0049	3,43	700	1100	1150	385	603,8
26	300	1400	1125	-0,00898	6,29	300	1033,3	1125	361,7	590,6
27	400	1400	1150	-0,00816	5,71	400	1066,7	1150	373,3	603,8
28	500	1400	1175	-0,00735	5,14	500	1100	1175	385	616,9
29	600	1400	1200	-0,00653	4,57	600	1133,3	1200	396,7	630
30	700	1400	1225	-0,00571	4	700	1166,7	1225	408,3	643,1
31	300	1500	1200	-0,0098	6,86	300	1100	1200	385	630
32	400	1500	1225	-0,00898	6,29	400	1133,3	1225	396,7	643,1
33	500	1500	1250	-0,00816	5,71	500	1166,7	1250	408,3	656,6
34	600	1500	1275	-0,00735	5,14	600	1200	1275	420	669,4
35	700	1500	1300	-0,00653	4,57	700	1233,3	1300	431,7	682,5

мая на основе автоматизированного взвешивания животных контрольной клетки и дальнейшей ее корректировки, составляет  $p_i$ . Тогда общая живая масса животных в каждой клетке и производственной секции в целом

$$P_i = n_i \cdot p_i, \quad P = \sum_{i=1}^{20} P_i. \quad (9)$$

Программируемый уровень продуктивности  $\phi_i$  одного животного каждой клетки рассчитывается на основе (5)

$$\phi_i = at_i^2 + bt_i + c, \quad (10)$$

где  $t_i$  — число суток с момента комплектования животными  $i$ -й клетки.

Общий прирост живой массы животных в клетках и в целом по производственной секции

$$\Phi_i = n_i \cdot \phi_i, \quad \Phi = \sum_{i=1}^{20} \Phi_i. \quad (11)$$

Отсюда необходимое количество кормосмеси для животных в каждой

клетке  $Q_i$  и для производственной секции в целом  $Q$  предлагается рассчитывать по следующим формулам, полученным на основе производственной функции потребности в кормах (1):

$$Q_i = n_i\alpha + \beta P_i + \gamma \Phi_i, \quad (12)$$

$$Q = N\alpha + \beta P + \gamma \Phi \quad (13)$$

$$\text{или } Q = \sum_{i=1}^{20} Q_i. \quad (14)$$

Таким образом, для каждой производственной секции откормочного комплекса ежесуточно устанавливается необходимое количество кормосмеси с учетом фактической живой массы имеющих животных, обеспечивающее достижение запрограммированных

уровней продуктивности в соответствии с потенциальными продуктивными возможностями животных.

Раздача кормов осуществляется с помощью мобильных кормораздатчиков-кормомиксеров, электронная весовая система которых позволяет запрограммировать выдачу кормов в соответствии с требуемым количеством кормосмеси для животных в каждой клетке.

При стационарных системах раздачи кормов контролируется подача общего количества кормов на производственную секцию. В этом случае перераспределение кормов между клетками с животными может возлагаться на оператора по обслуживанию данной секции.

#### Библиографический список

1. *Гатаулин А.М., Иванов Ю.Г., Куценко А.И.* Моделирование производственных процессов на молочных комплексах // Труды десятой Международной научно-практической конференции НАЭКОР 20—21 апреля 2006 г. М., 2006. Вып. 10. Т. 1. С. 114-119.
2. *Куценко А.И.* Оптимизация использования кормовых ресурсов на межхозяйственных откормочных комплексах по производству говядины // Тр. Ставропольского НИИ сельского хозяйства, 1978. Вып. 46. С. 164-174.
3. *Куценко А.И.* Оптимизация стратегии формирования продуктивности при выращивании и откорме крупного рогатого скота на комплексах // Известия ТСХА, 2008. Вып. 2. С. 103-115.
4. *Куценко А.И.* Программирование продуктивности на животноводческих предприятиях // Труды международной научно-практической конференции 26-28 марта 2007 г. Краснодар: Северо-Кавказский НИИ животноводства, 2007. Ч. 2. С. 191-193.
5. *Куценко А.И.* Программирование продуктивности на комплексах по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота // Известия ТСХА, 2007. Вып. 4. С. 149-151.
6. Нормы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание, перераб. и дополн. / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. М., 2003.
7. *Томмэ М.Ф., Костенко В.Н.* ЭВМ и кормление животных. М.: Колос, 1972.
8. *Miler W.C. et al.* Computer assisted management decisions for beef production systems. // Agricultural Systems, 3, 1978. P. 147-158.
9. *Wood P.K.P.* A simple model of lactation curves for milk yield, food requirement and body weight. // Animal Production, 28, 1970.

*Рецензент* — д. с.-х. н А.И. Овчинников

#### SUMMARY

on the basis of growth monitoring, development and physiological condition of farm animals the way to control process of productivity dynamics formation intended for realization of young cattle genetic potential, fattened at stockbreeding complexes, has been suggested.

*Key words:* farm animals productivity programming, growth and development monitoring of farm animals.