

IDENTIFICATION OF DAILY MASS GAIN FOR FATTENING PIGS

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СУТОЧНОЙ ПРИБАВКИ МАССЫ СВИНЕЙ НА ОТКОРМЕ

Prof. M.Sc. Girutski I.I. PhD., M.Sc. Senkov A.G. PhD., M.Sc. Matsvejchuk N.M. PhD.
Agropower Faculty – Belarussian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus
Email: girutski.50@gmail.com, sencov_1981@tyt.by, matsveichuk@tut.by

Abstract: This paper looks at the question of identification and planning daily mass gain of fattening pigs in a pigsty. There is proposed an empirical mathematical model of daily mass gain depending on the current live mass of the pig and the feed doze providing required metabolized energy. The proposed model allows planning daily feed doses according to economical optimization criteria.

Keywords: PIGS FEEDING, DAILY MASS GAIN, IDENTIFICATION

1. Введение

В последнее десятилетие усилились научные и конструкторские работы по созданию и внедрению в сельскохозяйственное производство так называемых «точных технологий», основное преимущество которых заключается в повышении продуктивности животных и растений за счет точного соблюдения технологических режимов, создания комфортных условий для живых организмов и рационального использования имеющихся материальных и энергетических ресурсов. При этом необходима оптимизация параметров и режимов работы поточно-механизированных линий раздачи кормов с компьютеризированными системами управления, которые влияют на потери кормов, стрессы животных и т. п. Применение математического моделирования позволяет прогнозировать ожидаемый результат реализации инженерных решений и выбирать наилучший из них.

Для зоотехнической науки при откорме свиней основополагающим показателем является суточная прибавка массы животных, зависящая, прежде всего, от дозы корма и других факторов. Но доступных аппаратных средств определения суточной прибавки массы в реальном масштабе времени применительно к промышленным технологиям содержания свиней не существует. Поэтому первоочередной является задача формализации процесса выращивания свиней в виде зависимости ежесуточной прибавки массы животных от параметров кормления и их массы. Решение этой задачи позволяет [1]:

- оптимизировать дозы кормления (затраты на корм составляют 75 % от общих затрат на производство свинины);
- оценить влияние погрешности дозирования жидкого корма на привесы животных;
- построить модели прогнозирования управления промышленным производством свинины (корректировать дозы кормления в зависимости от изменения привесов в течение всего периода откорма).

2. Идентификация модели роста живой массы

При выборе вида математической модели роста живой массы необходимо учитывать выполнение следующих условий:

- отклонение от данных зоотехнических опытов не должно превышать 3–5 %;
- для задач откорма определен диапазон изменения массы животных от 30 до 130 кг;
- модель суточной прибавки массы должна обладать устойчивостью по отношению к данным различных зоотехнических опытов.

Поэтому при идентификации на основе известной функции роста [2] получена следующая модель привесов:

$$P(m) = \mu \cdot m^{\alpha} \cdot \frac{(D - D_{\text{maint}})}{(D + D_{\text{maint}})} \quad (1)$$

где m – живая масса животного, кг;

P – суточный привес живой массы, кг;

μ , α – коэффициент пропорциональности и показатель степени, постоянные для данной породы и данных условий содержания и кормления;

D – суточная доза кормления, корм.ед.;

D_{maint} – поддерживающая суточная доза кормления, корм.ед.

Поддерживающая доза, с учетом рекомендаций [2–6] определяется следующим образом:

$$D_{\text{maint}} = k \cdot m^{3/4} \quad (2)$$

где k – коэффициент, зависящий от энергосодержания 1 кг корма, к. ед./кг^{3/4}.

На основе экспериментальных данных, приведенных в [3–5], были проведены исследования по оценке адекватности предложенной зависимости (1) с использованием методов наименьших квадратов и регрессионного анализа. Экспериментальные данные [3] и результаты расчетов по формуле (1) представлены в табл. 1. Модель (1) обладает устойчивостью на данные различных зоотехнических опытов и настраивается путем подбора трех коэффициентов: значения μ и α определяется генетическим потенциалом животных и условиями их содержания, а значение k определяется энергосодержанием 1 корм. ед. используемого корма.

Таблица 1: Программа кормления растущих и откармливаемых свиней специализированных мясных пород [3].

t , дни с начала откорма	m , кг	D , МДж.	D_{maint} , МДж	Привес P , кг		δP , %
				эксперимент	расчет	
1–4	30	23.04	10.48	0.5	0.52	-4
5–8	32	24.48	10.98	0.525	0.55	-4.76
9–12	34.1	25.92	11.51	0.550	0.57	-3.64
13–16	36.3	27.36	12.05	0.575	0.59	-2.61
17–20	38.6	28.8	12.62	0.600	0.61	-1.67
21–24	41.0	30.24	13.2	0.625	0.63	-0.8
25–28	43.5	31.68	13.81	0.650	0.66	-1.54
29–32	46.1	33.12	14.43	0.675	0.68	-0.74
33–36	48.8	34.56	15.07	0.700	0.7	0
37–40	51.6	36.0	15.72	0.725	0.72	0.69
41–44	54.5	37.44	16.39	0.750	0.74	1.33
45–48	57.5	38.88	17.08	0.775	0.76	1.94
49–52	60.6	40.32	17.78	0.800	0.78	2.5
53–56	63.8	41.04	18.5	0.820	0.8	2.44
57–60	67.1	41.76	19.21	0.835	0.81	2.99
61–64	70.4	42.48	19.93	0.850	0.83	2.35
65–68	73.8	43.2	20.64	0.875	0.84	4
69–72	77.3	43.92	21.35	0.900	0.85	5.56
73–76	80.9	44.64	22.07	0.900	0.87	3.33
77–80	84.2	45.36	22.78	0.900	0.88	2.22
81–84	87.8	46.08	23.49	0.900	0.89	1.11
85–88	91.4	46.08	24.2	0.900	0.9	0

89 – 100	95.0	46.08	24.89	0.850	0.9	-5.88
101–106	100.1 –110	46.08	26.9	0.800	0.91	-13.75

Для выбора дозы корма необходимо обосновать критерии оптимальности [1]. В качестве первого критерия можно использовать максимум прибавки массы на единицу корма:

$$Z_1 = \frac{P(m)}{D(m)} \rightarrow \max . \tag{3}$$

Условие экстремума данного критерия имеет вид:

$$dZ_1/dD = 0 . \tag{4}$$

Подставив (3) в (4) с учетом выражений (1), (2) и выполнив математические преобразования, получим:

$$D_{1\text{opt}} = (1 + \sqrt{2}) \cdot D_{\text{maint}} \approx 2.4 \cdot D_{\text{maint}} . \tag{5}$$

Экстремум критерия оптимальности (3) достигается в точке кривой (1), где касательная проходит через начало координат (рис. 1).

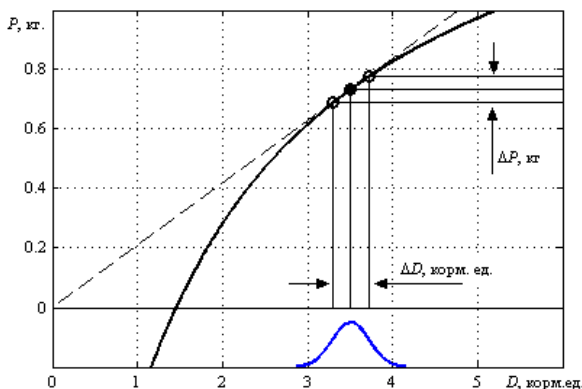


Рис. 1. Графическое представление влияния погрешности дозирования кормов на привесы свиней

Таким образом, при планировании доз кормления свиней в соответствии с формулой (5) получается минимальный расход кормов на единицу прибавки массы. Кроме того, как следует из экспериментальных данных приведенной в таблице 1 программы кормления, отношение дозы кормления к поддерживающей дозе меньше оптимального значения, равного 2.4 (рис. 2).

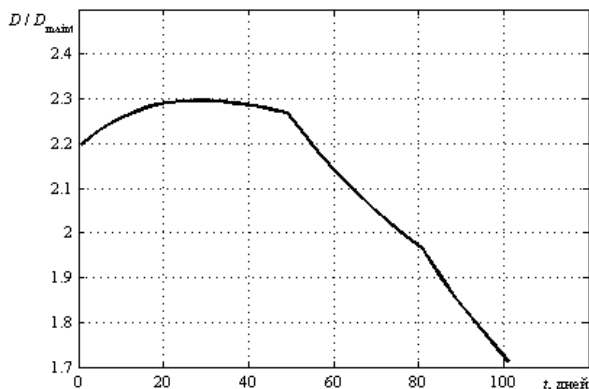


Рис. 2. Изменение значения отношения D/D_{maint} с течением времени в процессе откорма

Поэтому можно ожидать, что планирование доз кормления в соответствии с (5) позволит также увеличить в среднем на 5 % суточные привесы живой массы и сократить по времени период откорма свиней на 10 – 15 дней (рис. 3).

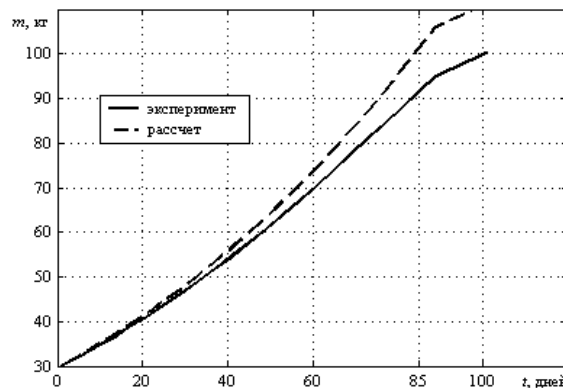


Рис. 3. График увеличения живой массы свиней в процессе откорма: 1 – экспериментальные данные, соответствующие программе кормления; 2 – прогнозируемые расчетные данные при планировании доз кормления по формуле (5)

3. Заключение

Внедрение высокоточных технологий в промышленное свиноводство предполагает необходимость идентификации процесса откорма свиней как биотехнической системы. Предложенная в работе модель суточной прибавки массы свиней на откорме позволяет решать ряд актуальных задач по оценке влияния погрешности дозирования кормов на прибавку массы (рис. 1), осуществлять выбора оптимальных доз корма по экономическим критериям, и др. Оптимальный уровень кормления зависит от выбранного критерия оптимальности. Разработанная имитационная модель с использованием электронных таблиц Excel позволяет путем численного эксперимента оценить такие показатели, как расход кормов и прирост массы свиней за весь период откорма свиней при различных дозах кормления.

4. Литература

1. Гируцкий, И.И. Компьютеризированные системы управления в сельском хозяйстве/И.И. Гируцкий, А.Г. Сеньков. – Минск: БГАТУ, 2014. – 212 с.
2. Франс, Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Горнли ; пер. с англ. А.С. Каминского. – М. : Агропромиздат, 1987. –с. 27
3. Махаев, Е.А. Система полнорационного кормления растущих и откармливаемых свиней мясного типа / Е.А. Махаев // Рекомендации. ВИЖ, Дубровицы, 2008. – 48 с.
4. Кабанов, В.Д. Изучение затрат корма на привесы у свиней в связи со скоростью их роста / В.Д. Кабанов // Научные основы развития животноводства в БССР : межведом. сб. – Мн. : Ураджай, 1970. – С. 80–87.
5. Понд, У.Дж. Биология свиньи / У.Дж. Понд, К.А. Хаупт; пер. с англ. и предисл. В.В. Попова. – М.: Колос, 1983. – 334 с.
6. West, Geoffrey B. A general model for ontogenetic growth / Geoffrey B. West, James H. BroWn, Brian J. Enquist // NATURE / Vol. 413 / 11 October 2001 / www.nature.com.