

DOI 10.5281/zenodo.10279435

EDN HHZSEZ

УДК 631.22

Плаксин И. Е., Трифанов А. В.

ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРОЛИКОВ

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Реферат. Разработка современных наукоемких технико-технологических и планировочных решений производственных зданий для мелкотоварных кролиководческих предприятий является актуальной задачей, так как в данной категории хозяйств производится более 68 % продукции, также они важны для развития сельских территорий. Цель исследований – определение технико-технологических параметров выращивания кроликов в технологическом модуле. Для проведения исследований был изготовлен экспериментальный образец технологического модуля на девять кроликоматок, в котором в 2022 г. проведено четыре производственных цикла, включающих содержание холостых, сукрольных и подсосных кроликоматок с крольчатами, а также выращивание одновременно до 90 голов молодняка на откорме. Предмет исследований – технологические параметры выращивания кроликов в технологическом модуле. Исследования проводили методом пассивного эксперимента с определением технологических показателей выращивания кроликов. Среднее значение потребления кроликоматками кормов в период сукрольности составило 56,29 кг, в период лактации – 110,4 кг. Среднее значение количества крольчат по проведенным окролам составило 77,7 гол., при переводе на откорм – 72 гол., а снятых на убой – 69,5 гол. Средняя живая масса крольчонка при рождении составила 0,056 кг, средняя живая масса крольчонка при переводе на откорм составила 0,762 кг, средняя масса при завершении производственного цикла составила 3,17 кг. Коэффициент конверсии корма составил от 3,9 до 4,6 единиц. Затраты воды составили 6,15; 8,05; 5,71; 6,4 л на кг живой массы кролика. Затраты электроэнергии – 0,025; 0,022; 0,014; 0,077 кВт для набора кроликом на откорме кг живой массы. Средний суточный выход навоза от кролика в репродукторной и откормочной секции за каждый производственный цикл составил 0,149 и 0,081 кг соответственно. Сделан вывод о эффективности использования разработанного технологического модуля при мелкотоварном производстве кролиководческой продукции и соответствии полученных показателей аналогичным значениям крупных кролиководческих предприятий.

Ключевые слова: сельское хозяйство, кролиководство, мелкотоварное производство, технологических модуль.

Для цитирования: Плаксин И. Е., Трифанов А. В. Опытнo-производственная проверка технологического модуля для выращивания кроликов // Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 4(36). С. 143–158. EDN: HHZSEZ. DOI: 10.5281/zenodo.10279435.

For citation: Plaksin I. E., Trifanov A. V. Technological module for growing rabbits: pilot testing // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2023. No. 4 (36). P. 143–158. EDN: HHZSEZ. DOI: 10.5281/zenodo.10279435.

Введение

Кролиководство – отрасль животноводства, специализирующаяся на разведении кроликов для производства мяса, пуха и шкурок [1, 2] и поставляющая на

потребительский рынок высококачественное диетическое мясо с высоким содержанием белка, низкой жирностью, а также содержанием витаминов группы В, превосходящим говядину, свинину и баранину [3]. Преимуществом крольчатины перед другими видами мяса является 96 % уровень усвояемости [4].

Производство крольчатины за 2022 г. в России достигло 10 тыс. т, что превышает аналогичный показатель 2021 г. на 4 %. Данный рост обусловлен открытием новых кролиководческих предприятий, число которых увеличилось на 18 % в период с 2017 по 2022 гг. По данным Росстата, поголовье кроликов в России в 2022 г. составило 3327,6 тыс. голов, из которых на крупные кролиководческие предприятия и крестьянско-фермерские хозяйства приходится 1064,8 тыс. голов, а на хозяйства населения (личные подсобные хозяйства) – 2262,8 тыс. голов [5].

Лидирующие позиции хозяйств населения при производстве данного вида продукции объясняются необходимостью крупного объема инвестиций при проектировании и постройке предприятий средней и большой производственной мощности. Для мелкотоварных производителей данный вид деятельности является привлекательным благодаря отсутствию конкуренции с крупнотоварными предприятиями в ценовом сегменте, лёгкости обслуживания животных, незначительных финансовых затратах для начала производства [6].

Несмотря на лидирующие позиции по производству кролиководческой продукции, эффективность производства на мелкотоварных предприятиях остается низкой из-за нарушения ряда факторов: технологических, отвечающих за обеспечение максимальной продуктивности, организационных, позволяющих минимизировать производственные издержки, и селекционных, отвечающих за оптимизацию предмета труда (поголовье кроликоматок и кролей производителей). Совокупность данных факторов приводит к сокращению объема производства продукции до 40 %. Большая часть личных подсобных кролиководческих хозяйств применяет наружноклеточную систему содержания животных, предусматривающую использование различных вариантов клеток или шэдов. Недостатком данной системы является отсутствие средств автоматизации производственных процессов, что снижает производительность труда и способствует возникновению стрессовых ситуаций, возникает сложность проведения окролов в холодный период года [7].

Учитывая важную роль мелкотоварных предприятий в сохранении и развитии сельских территорий, разработка технико-технологических и планировочных решений является актуальной задачей, позволяющей достигать максимальной продуктивности животных, а также получать экологически безопасную продукцию.

Проведенный анализ показал, что на сегодняшний день приобретают популярность фермы модульного типа. Данные технико-технологические решения представлены для свиноводства и птицеводства. На фермах данного типа могут содержаться все половозрастные группы животных и птиц с обеспечением технико-экономических показателей на уровне крупных животноводческих и птицеводческих комплексов [8, 9].

Приведенные данные позволяют сделать вывод о целесообразности применения модульных ферм для мелкотоварных производителей животноводческой продукции в целом и кролиководческой продукции в частности.

Цель исследований – определение технико-технологических параметров выращивания кроликов в технологическом модуле.

Материалы и методы исследований

Для проведения экспериментальных исследований разработан и изготовлен опытный образец технологического модуля для выращивания кроликов с замкнутым производственным циклом (рисунок 1) [10].

Количество кроликоматок, габаритные размеры клеточных батарей, воздухообмен, обогрев животных, освещение производственных помещений технологического модуля определены согласно методическим рекомендациям по технологическому проектированию звероводческих и кролиководческих ферм, крестьянских (фермерских) хозяйств РД-АПК 1.10.06.02.



Рисунок 1 – Опытный образец технологического модуля для выращивания кроликов

Модуль выполнен в виде блок-контейнера и имеет габаритные размеры 6×2,4×2,5 м. Каркас модуля изготовлен из металлических профилированных труб. Снаружи модуль обшит профилированным листом, имеющим полимерное покрытие для предотвращения коррозии. Внутренняя обшивка модуля выполнена из антикоррозийных и не поддающихся химическому воздействию материалов, позволяющих производить дезинфекцию помещений между производственными циклами. Стены, потолок и пол модуля утеплены минеральной ватой.

В модуле оборудованы две изолированные секции для содержания маточного и откормочного поголовья. В каждой из секций установлена трехъярусная клеточная батарея, предусматривающая применение бесподстилочного метода содержания кроликов на сетчатом настиле, что обеспечивает лучшее санитарно-гигиеническое состояние и предотвращает возникновение заболеваний. Данный метод содержания позволяет минимизировать затраты труда на уборку навоза, а также обеспечивает максимально полное использование производственной площади помещения, плотность посадки кроликов при использовании сетчатого настила может достигать 16 голов на м², а при подстилочном методе данный показатель составляет 10 голов на м².

Клеточная батарея, расположенная в секции для маточного поголовья, оборудована отсеками для проведения окролов, имеющими отдельную дверь для контроля за развитием крольчат (рисунок 2).



Рисунок 2 – Секция для проведения окролов

Для кормления всех половозрастных групп кроликов в дверцах клеточных батарей установлены бункерные кормушки, размер которых подобран для необходимого фронта кормления, размер которого для маточного поголовья составляет 0,1 м на голову, а для откормочного – 0,05 м на голову. Установка бункерных кормушек снаружи клеток обеспечивает максимальное использование производственной площади каждой клетки (рисунок 3).



Рисунок 3 – Бункерные кормушки для кормления кроликов в модуле

Для поения животных клеточные батареи оборудованы ниппельными поилками, вода в которые подается по трубам из водонакопительного бака.

Для обогрева животных применяют тепловентиляторы с терморегуляторами, позволяющие поддерживать заданную температуру в автоматическом режиме.

Приток свежего и удаление отработанного воздуха из секций технологического модуля осуществляется механической системой вентиляции, состоящей из приточных окон, оборудованных шиберными задвижками, и вытяжных вентиляторов. Система вентиляции обеспечивает необходимый воздухообмен в любой из периодов года (холодный, теплый, переходный) с учетом изменения массы животных.

Для сбора навоза под сетчатым настилом каждого яруса клеточной батареи расположены навозосборные желоба, соединенные между собой профильной трубой. Сбор навоза из желобов производится в ящики, которые опорожняются по мере заполнения.

В модуле предусмотрено естественное и искусственное освещение. Естественное освещение – окна, расположенные в каждой из секций технологического модуля. Для искусственного освещения предусмотрены светодиодные светильники, обладающие малым энергопотреблением и большим сроком службы [12].

Методика определения технологических параметров.

В ходе исследований определяли среднесуточные привесы откормочного поголовья, коэффициент конверсии корма, затраты электроэнергии и воды, необходимые для набора животными килограмма живой массы на стадии откорма, также определяли количество потребляемого корма маточным поголовьем и процент падежа кроликов за производственный цикл. Подсчитывали количество получаемого навоза, а также значение параметров микроклимата: температуры, влажности, содержания углекислого газа и аммиака.

Для определения перечисленных показателей применяли метод пассивного эксперимента [13].

Конверсия корма определялась как отношение количества затраченного комбикорма к приросту живой массы кроликов за откормочный цикл по формуле (1):

$$K = \frac{M_{\text{к.ц.о.}}}{\Delta M_{\text{к.о.}}} \quad (1)$$

где: K – коэффициент конверсии корма;

$M_{к.ц.о.}$ – общая масса затраченного комбикорма за цикл окорма, кг;

$\Delta M_{к.о.}$ – изменение живой массы кроликов за цикл откорма, кг.

Для определения изменения живой массы кролика за откормочный цикл использовали данные по среднему значению массы кролика, поставленного на откорм и снятого на убой, по формуле (2):

$$\Delta M_{к.о.} = M_{к.к.о.} - M_{к.н.о} \quad (2)$$

где: $M_{к.к.о.}$ – общая живая масса при снятии на убой, кг;

$M_{к.н.о.}$ – общая живая масса при постановке на откорм, кг.

Для подсчета общей массы кроликов при снятии на убой учитывали среднее значение живой массы кроликов в контрольной группе и количество животных в конце откорма по формуле (3):

$$M_{к.к.о.} = n_{к.к.о.} \cdot \bar{m}_{к.к} \quad (3)$$

где: $n_{к.к.о.}$ – количество кроликов в конце откорма, гол.;

$\bar{m}_{к.к.}$ – средняя живая масса кролика из контрольной группы в конце откорма, кг.

Аналогично устанавливали общую живую массу кроликов в начале откорма по формуле (4):

$$M_{к.н.о.} = n_{к.н.о.} \cdot \bar{m}_{к.н} \quad (4)$$

где: $n_{к.н.о.}$ – количество кроликов, поставленных на откорм, гол.;

$\bar{m}_{к.н.}$ – средняя живая масса кролика из контрольной группы при постановке на откорм, кг.

Процент падежа животных определяли отношением изменения количества кроликов за период производственного цикла к количеству кроликов в начале периода по формуле (5):

$$\eta = \frac{\Delta n_{к.} \cdot 100}{n_{к.н.}} \quad (5)$$

где: η – процент падежа животных, %;

$\Delta n_{к.}$ – разница между количеством кроликов в начале и конце периода производственного цикла, гол.;

$n_{к.н.}$ – количество кроликов в начале периода, гол.

Потребление корма определяли посуточном взвешиванием массы корма, остающейся в кормушке с ее последующим наполнением.

Для расчета массы кроликов в начале и конце откормочного цикла, а также показателя среднесуточных привесов, производили взвешивание кроликов.

Расход воды для поения кроликов определяли по водомерным счетчикам, установленным в каждой секции модуля. Набор воды производили в водонакопительный бак, из которого осуществляли водоразбор по ниппельным поилкам. Зная общее водопотребление за производственный цикл, можно определить количество воды, потребляемое кроликами в сутки, по формуле (6):

$$V_{в.с.} = \frac{V_{в.о.}}{t} \quad (6)$$

где: $V_{в.с.}$ – среднесуточные затраты воды по секциям технологического модуля, л/сут.;

$V_{в.о.}$ – общие затраты воды по каждой секции модуля, л;

t – продолжительность периода производственного цикла (для маточного поголовья и откормочного поголовья 60 дней), сут.

Исходя из полученных результатов, определили количество воды, потребляемое одним кроликом в репродукторной и откормочной секции технологического модуля, по формуле (7):

$$V_{в.г} = \frac{V_{в.с.}}{n} \quad (7)$$

где: $V_{в.г}$ – среднесуточное потребление воды одним кроликом, л/сут.

Количество воды, необходимое для набора кроликом одного кг живой массы на откорме, определяли отношением среднесуточного потребления воды к среднесуточным привесам по формуле (8):

$$V_{\text{кг}} = \frac{V_{\text{в.г}}}{\Delta m} \quad (8)$$

где:

$V_{\text{кг}}$ – затраты воды, необходимые для набора кг живой массы кроликом на откорме, л/кг; Δm – среднесуточные привесы одного кролика на откорме, (кг).

Электроэнергия в модуле затрачивалась на обогрев животных, работу системы вентиляции и освещение. Учет потребления электроэнергии осуществлялся с помощью электросчетчика. Количество электроэнергии необходимое для набора кроликом килограмма живой массы на откорме определяли по формуле (9):

$$E_{\text{кг}} = \frac{E_{\text{э.г}}}{\Delta m} \quad (9)$$

где: $E_{\text{кг}}$ – затраты электроэнергии, необходимые для набора килограмма живой массы кроликом на откорме, кВт/кг;

$E_{\text{э.г}}$ – среднесуточные затраты электроэнергии на одного кролика на откорме, кВт.

Среднесуточные затраты электроэнергии, приходящиеся на одного кролика, определяли аналогично расчету количества воды, необходимой для набора кг живой массы.

Количество навоза, получаемое за производственный цикл, определяли взвешиванием при выемке навозоприёмных ящиков.

В процессе проведения исследований определяли параметры микроклимата внутреннего воздуха каждой из секций технологического модуля (температура, влажность, содержание углекислого газа и аммиака) с помощью переносного измерительного комплекса ПИК-4 [14], который устанавливали на каждом ярусе клеточной батареи и перемещали по контрольным точкам для получения объективных данных в каждой зоне секции.

Статистические параметры (среднее значение, стандартную ошибку среднего значения, коэффициент вариации) определяли по показателям количества крольчат в помете и их средней массы при рождении, а также количества крольчат, переведенных на откорм, и их средней массы при отъеме по каждому производственному циклу в течении всего периода проведения исследований [15].

Коэффициент вариации (CV) определяли по формуле (10):

$$CV = \frac{\sigma}{M(x)} \cdot 100 \quad (10)$$

где: σ – среднеквадратичное отклонение случайной величины, $M(x)$ – ожидаемое (среднее) значение случайной величины.

Для определения среднеквадратичного отклонения использовали формулу (11):

$$\sigma = \sqrt{D} \quad (11)$$

где: D – дисперсия случайной величины.

Дисперсией случайной величины является математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания, которую и рассчитывали по формуле (12):

$$D = M(x^2) - [M(x)]^2 \quad (12)$$

где: $M(x)$ – математическое ожидание случайной величины.

Математическим ожиданием дискретной случайной величины рассчитывают сумму произведений всех ее возможных значений на их вероятности по формуле (13):

$$M(x) = x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + \dots + x_n \cdot p_n \quad (13)$$

где: x – значение случайной величины, p – вероятность случайной величины.

Стандартную ошибку среднего значения (SE) определяли по формуле (14):

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (14)$$

где: n – объем выборки.

Определение доверительных границ полученных результатов (M) осуществляли по формуле (15):

$$M = M(x) \pm t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (15)$$

где: t – критерий достоверности, определяемый по таблице М. А. Плохинского, принимая во внимание малый объем выборки ($n < 30$) с учетом вероятности безошибочного прогноза $P = 95\%$.

Оценку достоверности разности результатов определяли по формуле (16):

$$t = \frac{M_1(x) - M_2(x)}{\sqrt{(SE_1)^2 + (SE_2)^2}} \quad (16)$$

Количественное различие полученных данных для достоверной разности рассчитывали по формуле (17):

$$\varepsilon_{1-2} = \frac{M_2(x) - M_1(x)}{M_1(x)} 100 \quad (17)$$

Результаты и их обсуждение

Согласно методике проведения исследований, определили технологические показатели репродукторной секции модуля: количество крольчат в помете, средняя масса крольчонка при рождении, средняя масса и количество крольчат, переведенных на откорм (таблица 1).

Таблица 1 – Технологические показатели репродукторной секции модуля

Кроликоматка	Количество крольчат в помете, гол.	Средняя масса крольчонка при рождении, кг	Средняя масса крольчонка при отъеме, кг	Количество крольчат, переведенных на откорм, гол.
1	2	3	4	5
первый окрол				
Первая	8	0,055	0,705	8
Вторая	6	0,068	0,874	6
Третья	7	0,062	0,843	7
Четвертая	9	0,051	0,681	9
Пятая	6	0,084	0,901	6
Шестая	7	0,076	0,883	7
Седьмая	10	0,044	0,702	9
Восьмая	9	0,048	0,694	9
Девятая	11	0,043	0,668	11
второй окрол				
Первая	6	0,079	0,983	5
Вторая	6	0,066	0,952	6
Третья	7	0,065	0,796	7
Четвертая	12	0,041	0,687	10
Пятая	7	0,072	1,032	4
Шестая	6	0,071	0,854	6
Седьмая	7	0,074	0,731	7
Восьмая	9	0,05	0,675	9
Девятая	12	0,039	0,637	9
третий окрол				
Первая	8	0,052	0,708	8
Вторая	9	0,047	0,712	8
Третья	9	0,051	0,783	7
Четвертая	7	0,069	0,714	7
Пятая	9	0,054	0,761	7
Шестая	8	0,055	0,727	7

Продолжение таблицы 1

Седьмая	12	0,041	0,596	12
Восьмая	8	0,051	0,878	6
Девятая	10	0,046	0,643	10
четвертый окрол				
Первая	11	0,044	0,661	10
Вторая	11	0,043	0,652	11
Третья	6	0,073	0,876	6
Четвертая	9	0,048	0,793	8
Пятая	7	0,064	0,751	7
Шестая	9	0,051	0,708	8
Седьмая	11	0,046	0,652	10
Восьмая	10	0,044	0,655	10
Девятая	12	0,04	0,639	11

Общее количество крольчат, полученное за окролы, составляло соответственно 73, 72, 80 и 86 голов.

В таблице 2 приведены технологические и статистические показатели репродукторной секции модуля, рассчитанные по формулам 11–15.

Таблица 2 – Технологические и статистические показатели репродукторной секции модуля

Показатель	Окрол			
	первый	второй	третий	четвертый
Среднее значение поголовья крольчат в помете, гол.	8,11	8,00	8,89	9,55
Стандартная ошибка среднего поголовья крольчат в помете	0,55	0,77	0,45	0,63
Коэффициент вариации среднего поголовья крольчат в помете, %	20,5	28,75	15,4	19,7
Доверительный интервал среднего поголовья крольчат в помете	6,85– 9,38*	6,23– 9,77*	7,86– 9,93*	8,10– 11,00*
Средняя масса крольчонка при рождении, кг	0,059	0,061	0,052	0,05
Стандартная ошибка средней массы крольчонка при рождении	0,004	0,004	0,002	0,002
Коэффициент вариации средней массы крольчонка при рождении, %	22	21	13,4	14
Доверительный интервал средней массы крольчонка при рождении	0,05– 0,07*	0,05– 0,07*	0,04– 0,06*	0,04– 0,06*
Средняя масса крольчонка при отъеме, кг	0,772	0,816	0,725	0,709
Стандартная ошибка средней массы крольчонка при отъеме	0,035	0,046	0,025	0,025
Коэффициент вариации средней массы крольчонка при отъеме, %	13,0	16,7	10,2	10,7
Доверительный интервал средней массы крольчонка при отъеме	0,68– 0,86*	0,71– 0,94*	0,66– 0,8*	0,64– 0,78*
Среднее поголовье крольчат, переведенных на откорм, гол.	8,0	7,0	8,0	9,0
Стандартная ошибка поголовья крольчат, переведенных на откорм	0,52	0,62	0,58	0,56
Коэффициент вариации поголовья крольчат, переведенных на откорм, %	19,5	27	22	19
Доверительный интервал среднего значения поголовья крольчат, переведенных на откорм	6,81– 9,19*	5,57– 8,43*	6,67– 9,33*	7,71– 10,29*

Примечание. * – достоверно с учетом вероятности безошибочного прогноза ($P = 95\%$).

В таблице 3 представлены результаты сравнения всех производственных циклов опыта: оценка достоверности разности полученных значений по количеству крольчат в помете, поголовью крольчат, переведенных на откорм, массе крольчат при рождении и отъеме. Для достоверной разности по формуле (17) рассчитано количественное различие показателей. Вероятность безошибочного прогноза при определении разности значений принимали $P = 95\%$.

Таблица 3 – Оценка разности значений полученных результатов

Показатель	Номера сравниваемых окролов					
	первый и второй	первый и третий	первый и четвертый	второй и третий	второй и четвертый	третий и четвертый
Количество крольчат в помете	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Масса крольчат при рождении	нет	нет	да/-15	да/-14	да/-18	нет
Масса крольчат при отъеме	нет	нет	нет	нет	да/-13	нет
Поголовье крольчат, переведенных на откорм	нет	нет	нет	нет	да/29	нет

Примечание. да – достоверная разность, нет – недостоверная, «да/-15» – число после «да» означает разницу (в %) показателей.

Достоверная разность массы крольчат при рождении между первым и четвертым, вторым и третьим, вторым и четвертым окролами объясняется увеличением количества крольчат в помете, приводящему к снижению массы одного кролика. Достоверная разность массы крольчат при отъеме в четвертом и втором окролах объясняется большим поголовьем крольчат, переведенных на откорм за четвертый окрол. Достоверной является также разность показателя переведенных на откорм крольчат за второй и четвертый окрол, объясняется это увеличением многоплодия кроликоматок.

Показатели общего потребления корма, среднего значения количества корма на голову, падежа и выбраковки кроликов, а также среднее значение живой массы на откорме приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели потребления кормов, падежа и выбраковки животных, изменения живой массы кроликов

Месяц	Репродукторная секция		Откормочная секция			
	потребление корма, кг/мес.	потребление корма кроликоматкой, кг/мес.	потребление корма, кг/мес.	падеж, (гол)	потребление корма кроликом, кг/мес.	средняя масса кролика, кг
Март	54,84	6,09	-	-	-	-
Апрель	114,21	12,69	-	-	-	-
Май	61,38	6,82	294,6	3	4,09	1,531
Июнь	109,46	12,16	445,05	-	6,45	3,204
Июль	45,8	5,09	244,12	2	3,87	1,425
Август	105,44	11,7	389,5	-	6,38	3,053
Сентябрь	63,15	7,02	298,08	2	4,14	1,596
Октябрь	112,5	12,5	473,06	-	6,7	3,307
Ноябрь	-	-	289,17	3	3,57	1,427
Декабрь	-	-	469,09	-	6,01	3,119

Среднесуточное потребление корма кроликоматками в период сукрольности и лактации составило по каждому окролу: 0,197 и 0,423 кг, 0,22 и 0,405 кг, 0,164 и 0,377 кг, 0,234 и 0,403 кг.

За период проведения исследований выбраковку кроликоматок не производили из-за отсутствия прохолостов. Среднесуточное потребление корма откормочным поголовьем за первый и второй месяцы откорма в каждый откормочный цикл соответственно составило: 0,132 и 0,215 кг, 0,125 и 0,206 кг, 0,138 и 0,218 кг, 0,119 и 0,194 кг. Был определен процент падежа поголовья, за первый откормочный цикл составил 4,1 %, за второй – 3,17 %, за третий – 2,8 % и за четвертый – 3,7 %.

В таблице 5 приведены показатели потребления корма кроликоматками в период сукрольности и лактации, их средние значения, статистическая ошибка и коэффициент вариации.

Таблица 5 – Технологические и статистические показатели кроликоматок

Показатель	Окрол			
	первый	второй	третий	четвертый
Поголовье кроликоматок, гол.	9	9	9	9
Потребление корма кроликоматками в период сукрольности, кг	54,84	61,38	45,8	63,15
Среднее значение потребления корма кроликоматками в период сукрольности, кг	56,29			
Стандартная ошибка среднего значения потребления корма кроликоматками в период сукрольности	3,4			
Коэффициент вариации среднего значения потребления корма кроликоматками в период сукрольности, %	12,08			
Доверительный интервал среднего значения потребления корма кроликоматками в период сукрольности, кг	45,41–67,17*			
Потребление корма кроликоматками в период лактации, кг	114,21	109,46	105,44	112,5
Среднее значение потребления корма кроликоматками в период лактации, кг	110,4			
Стандартная ошибка среднего значения потребления корма кроликоматками в период лактации	1,67			
Коэффициент вариации среднего значения потребления корма кроликоматками в период лактации, %	3			
Доверительный интервал среднего значения потребления корма кроликоматками в период лактации, кг	105,06–115,74*			
Количество крольчат в помете, гол.	73	72	80	86
Среднее значение количества крольчат по проведенным окролам, гол.	77,75			
Стандартная ошибка среднего значения количества крольчат по проведенным окролам	2,8			
Коэффициент вариации среднего значения количества крольчат по проведенным окролам, %	7,2			
Доверительный интервал среднего значения количества крольчат по проведенным окролам, гол.	68,79–86,71*			
Количество крольчат, переведенных на откорм, гол.	72	63	72	81
Среднее значение количества крольчат, переведенных на откорм, гол.	72			
Стандартная ошибка среднего значения количества крольчат, переведенных на откорм	3,2			
Коэффициент вариации среднего значения количества крольчат, переведенных на откорм, %	8,8			
Доверительный интервал среднего значения количества крольчат, переведенных на откорм, гол.	61,76–82,24*			

Примечание. *– достоверно с учетом вероятности безошибочного прогноза (P=95%)

В таблице 6 приведены данные по общему поголовью кроликов за каждый окрол и общему поголовью крольчат, переведенных на откорм, их средние значения, статистическая ошибка и коэффициент вариации.

Таблица 6 – Технологические и статистические показатели кроликов

Показатель	Окрол			
	первый	второй	третий	четвертый
Потребление корма кроликами за первый месяц откорма, кг	294,6	244,12	298,08	289,17
Среднее значение потребления корма за первый месяц откорма, кг	276,49			
Стандартная ошибка среднего значения потребления корма за первый месяц откорма	28,57			
Коэффициент вариации среднего значения потребления корма за первый месяц откорма, %	20,6			
Доверительный интервал среднего значения потребления корма за первый месяц откорма, кг	185,07–367,91*			
Потребление корма кроликами за второй месяц откорма, кг	445,05	389,5	473,06	469,09
Среднее значение потребления корма кроликами за второй месяц откорма, кг	444,175			
Стандартная ошибка среднего значения потребления корма кроликами за второй месяц откорма	16,67			
Коэффициент вариации среднего значения потребления корма кроликами за второй месяц откорма, %	7,5			
Доверительный интервал среднего значения потребления корма кроликами за второй месяц откорма, кг	390,84–497,52*			
Поголовье кроликов снятых на убой, гол.	69	61	70	78
Среднее значение поголовья кроликов снятых на убой, гол.	69,5			
Стандартная ошибка среднего значения поголовья кроликов снятых на убой	3,01			
Коэффициент вариации среднего значения поголовья кроликов снятых на убой, %	8,7			
Доверительный интервал среднего значения поголовья кроликов снятых на убой, гол.	59,87–79,13*			

Примечание. * – достоверно с учетом вероятности безошибочного прогноза ($P = 95\%$).

Расход воды и электроэнергии приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Расход воды и электроэнергии

Окрол	Репродукторная секция		Откормочная секция	
	расход воды, л	расход электроэнергии, кВт×ч	расход воды, л	расход электроэнергии, кВт×ч
Первый	389,61	26,6	1033,7	4,37
Второй	433,1	21,3	1088,5	3,16
Третий	485,5	4,9	1040,2	2,94
Четвертый	423,2	18,4	1186,4	12,9

За время проведения исследований общий расход воды составили 6082,21 литра, а общий расход электроэнергии – 94,57 кВт×ч.

Показатели выхода навоза приведены в таблице 8.

Уборку навоза в репродукторной секции осуществляли один раз в месяц, всего за время проведения исследований произведено восемь уборок навоза, общее количество навоза составило 328,49 кг. В откормочной секции уборку навоза проводили с периодичностью один раз в две недели. Всего совершено шестнадцать уборок навоза, общее количество навоза составило 1392,61 килограмма.

Средние значения показателей микроклимата приведены в таблице 9.

Таблица 8 – Выход навоза при выращивании кроликов в технологическом модуле

Окрол	Выход навоза в репродукторной секции, кг	Выход навоза в откормочной секции, кг
Первый	73,68	352,84
Второй	85,77	276,8
Третий	80,3	390,02
Четвертый	88,74	372,95

Таблица 9 – Показатели микроклимата при выращивании кроликов в технологическом модуле

Окрол	Репродукторная секция				Откормочная секция			
	температура, °С	влажность, %	концентрация NH ₃ , мг/м ³	концентрация CO ₂ , мг/м ³	температура, °С	влажность, %	концентрация NH ₃ , мг/м ³	концентрация CO ₂ , мг/м ³
Первый	15,6	72,3	2,5	931	16,6	70,8	3,4	1011
Второй	17,8	68,6	3,2	985	19,4	67,1	3,1	1075
Третий	26,7	55,8	3,1	925	27,4	57,6	3,7	1028
Четвертый	14,4	74,5	2,26	968	15,2	77,4	3,5	1004

Продолжительность сукрольности кроликоматок за четыре производственных цикла составила от 29 до 32 дней, что соответствует ранее проведенным исследованиям [16].

Технология содержания кроликоматок в модуле предусматривала ранний отъем молодняка, который производили после окончания второго месяца после осеменения. Возраст отнятых крольчат составлял от 29 до 32 дней.

Средняя живая масса крольчонка при рождении составила 0,056 кг, средняя масса при завершении производственного цикла составила 3,17 кг, что сопоставимо с результатами проводимых ранее исследований [16].

Исходя из представленных в таблице 2 данных о среднем значении потребления корма одним кроликом и среднем значении живой массы в начале и конце откормочного цикла, по выражениям 1–4 был определен коэффициент конверсии корма для четырех проведенных откормочных циклов, соответственно составивший 4,3; 4,6; 4,2 и 3,9, это сопоставимо с показателями крупных кролиководческих предприятий.

По поголовью рожденных крольчат и поголовью крольчат, переведенных на откорм, используя формулу (5), определили процент падежа молодняка в репродукторной секции модуля, который по четырем окролам соответственно составил 1,36; 12,5; 10,0; 5,8 %.

В откормочной секции процент падежа определяли аналогично с учетом поголовья кроликов, поставленных на откорм и снятых на убой. По четырем откормочным циклам падеж соответственно составил 4,17; 3,17; 2,8; 3,7 %.

Общее количество потребленной воды в репродукторной и откормочной секциях модуля представлено в таблице 7. Среднесуточное потребление воды одной кроликоматкой и одним кроликом на откорме по четырем производственным циклам

соответственно составило 0,71 и 0,24 л, 0,79 и 0,29 л, 0,87 и 0,24 л, 0,77 и 0,25 л, что не превышало нормативных показателей.

Учитывая полученные по формуле (8) данные, определили количество воды необходимое кролику на откорме для набора кг живой массы за каждый из проведенных откормочных циклов, соответственно составившее 6,15; 8,05 л; 5,71; 6,4 л.

Электроэнергию в технологическом модуле использовали для освещения, вентиляции и обогрева репродукторной и откормочной секции технологического модуля. Для освещения в каждой из секций установлены по два светодиодных светильника мощностью 12 Вт каждый. Свет в секциях включали во время проведения технологических операций и предусмотренных методикой исследований замеров. Для вентиляции секций технологического модуля применяли вытяжные вентиляторы в репродукторной секции мощностью по 14 Вт каждый, в секции для откорма мощностью 16 Вт. Осуществление необходимого воздухообмена предусматривало работу вентиляторов как по одиночке, так и совместно в зависимости от периода года, количества кроликов и их возраста. Температурный режим поддерживался работой обогревателей мощностью 800 Вт каждый, установленных в каждой секции модуля. Необходимая температура задавалась оператором, а ее поддержание осуществлялось в автоматическом режиме температурным датчиком и терморегулятором. В таблице 7 приведены общие затраты электроэнергии по каждому производственному циклу. Затраты электроэнергии, приходящиеся на одну кроликоматку и одного кролика на откорме, полученные по четырем производственным циклам, соответственно составляли: 0,048 и 0,001 кВт, 0,038 и 0,0008 кВт, 0,009 и 0,0006 кВт, 0,034 и 0,003 кВт. Необходимое количество электроэнергии для набора кг живой массы кроликом на откорме по четырем откормочным циклам соответственно составило 0,025; 0,022; 0,014; 0,077.

В таблице 8 приведены данные по выходу навоза в каждой из секций технологического модуля за каждый производственный цикл. Среднесуточный выход навоза от одного кролика в репродукторной и откормочной секции за каждый производственный цикл соответственно составил 0,134 и 0,084 кг, 0,156 и 0,074 кг, 0,146 и 0,091 кг, 0,162 и 0,078 кг.

В таблице 9 приведены показатели микроклимата в каждой секции технологического модуля за время проведения исследований. Концентрация вредных газов, таких как аммиак и углекислый газ не превышала предельно допустимых значений ни за один из производственных циклов, на основании чего сделан вывод о эффективности применяемой системы вентиляции. Температура воздуха в репродукторной секции технологического модуля изменялась от 14,4 до 26,7 °С, влажность воздуха изменялась от 55,8 до 74,5 % что соответствует нормативным значениям. В откормочной секции температура изменялась от 15,2 до 27,4 °С, а влажность – от 57,6 до 77,4 %, что также соответствует технологическим нормам.

Выводы

За время исследований проведено четыре производственных цикла с определением коэффициента конверсии корма, составившего от 3,9 до 4,6 единиц.

Определены затраты воды, необходимые для набора кроликом на откорме кг живой массы, составившие 6,15; 8,05; 5,71; 6,4 л.

Затраты электроэнергии для набора кроликом на откорме кг живой массы составили 0,025; 0,022; 0,014; 0,077 кВт.

Наибольшее количество крольчат в помете одной кроликоматки, составившее 9,55 голов, пришлось на четвертый окрол, а наименьшее, составившее восемь голов – на второй окрол. Также была определена средняя масса крольчонка при рождении, наибольшее значение данного показателя – 0,061 кг пришлось на второй окрол, а наименьшее, составившее 0,05 кг – на четвертый окрол. Полученные данные позволяют

сделать вывод о зависимости массы новорожденных крольчат от их количества в помете. Аналогичную зависимость наблюдали при переводе кроликов на откорм: наибольшее среднее значение по поголовью кроликов, составившее девять голов, пришлось на четвертый окрол, а наименьшее, составившее семь голов – на второй окрол, при том, что среднее значение живой массы во втором окроле было наибольшим и составило 0,816 кг, а во втором окроле наименьшим – 0,709 кг.

Потребление корма кроликоматками зависит от температуры воздуха в секции. Наибольшее количество комбикорма, потреблённое кроликоматками составившее 175,65 кг, пришлось на четвертый окрол, средняя температура в котором составила 14,4 °С, что являлось минимальным значением за все время проведения исследований. Превышение средней температуры в откормочной секции технологического модуля, зафиксированное в третьем окроле и составившее 27,4 °С, привело к увеличению потребления корма, что объясняется необходимостью терморегуляции организма. Концентрация вредных газов не превышала предельно допустимые значения во время проведения исследований.

Литература

1. Цикунова О. Г., Турчанов С. О., Соляник Т. В., Кудрявец Н. И. Кролиководство. Горки: Изд-во Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. 193 с.
2. Велькина Л. В. Мировые тенденции развития кролиководства // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 3. С. 93–98. DOI: 10.32651/193-93.
3. Комлацкий Г. В., Туркова В. С. Перспективы создания кластеров в кролиководстве // Кролиководство и звероводство. 2022. № 3. С. 17–24. DOI: 10.52178/00234885_2022_3_17.
4. Антипова Л. В., Попова Я. А., Черкасова А. В. Продукты из мяса кроликов для здорового питания: создание ассортиментных линеек, пищевая и биологическая ценность // Вестник ВГУИТ. 2019. №1 (79). С. 225–231. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-1-225-231.
5. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения 25.09.2023 г.)
6. Климова Н. В., Можегова В. Д. Эффективность инновационных вложений в развитие кролиководства // Научный журнал Кубанского ГАУ. 2017. № 125 (01). DOI: 10.21515/1990-4665-125-034. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/34.pdf> (дата обращения 25.09.2023).
7. Комлацкий В. И., Величко Л. Ф., Величко В. А., Цыганок Л. Э. Современные технологии кролиководства в условиях малых форм хозяйствования // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 85. С. 319–325. DOI: 10.21515/1999-1703-85-319-325.
8. Плаксин И. Е., Трифанов А. В., Базыкин В. И. Результаты исследования продуктивности откормочных свиней в технологическом модуле // Вестник НГАУ. 2022. № 4 (65). С. 183–196. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-183-196.
9. Сошнев Д. А., Трифанов А. В., Базыкин В. И., Плаксин И. Е. Результаты опытно-производственной проверки работы технологического модуля для выращивания бройлеров // АгроЭкоИнженерия. 2022. № 3 (112). С. 121–129. DOI: 10.24412/2713-2641-2022-3112-121-129.
10. Плаксин И. Е., Трифанов А. В. Обоснование технико-экономических показателей технологического модуля для разведения и откорма кроликов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 2 (99). С. 317–326. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10178.
11. Гладин Д. В. Светодиодное освещение: только преимущества // Животноводство России. 2012. № 9. С. 62–64.
12. Спирин Н. А., Лавров В. В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 257 с.
13. Вторый В. Ф., Вторый С. В., Ильин Р. М. Исследование параметров микроклимата коровника переносным измерительным комплексом // АгроЭкоИнженерия. 2021. № 3 (108). С. 154–164. DOI: 10.24412/2713-2641-2021-3108-154-163.
14. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Litres, 2022. 1920 с.
15. Нигматуллин Р. М., Балакирев Н. А. Кролиководство (в вопросах и ответах). Ч. 1. М.: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, 2009. 400 с.

16. Курчаева Е. Е., Востроилов А. В. Эффективность использования кормовой синбиотической добавки ПроСтор для получения ресурсов кролиководства // Вестник ВГУИТ. 2019. №3 (81). DOI: 10.20914/2310-1202-2019-3-50-56.

References

1. Tsikunova O. G., Turchanov S. O., Solyanik T. V., Kudryavets N. I. Rabbit breeding. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy Publ., 2022. 193 p.
2. Velkina L. V. Global trends in development of rabbit breeding // Economics of Agriculture of Russia. 2019. No. 3. P. 93–98. DOI: 10.32651/193-93.
3. Komlatsky G. V., Turkova V. S. Prospects for creating clusters in rabbit breeding // Krolikovodstvo i zverovodstvo. 2022. No. 3. P. 17–24. DOI: 10.52178/00234885_2022_3_17.
4. Antipova L. V., Popova Ya. A., Cherkasova A. V. Products from rabbit meat for a healthy diet: the creation of assortment lines, nutritional and biological value // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019. No. 1 (79). P. 225–231. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-1-225-231.
5. Federal State Statistics Service. Agriculture, hunting and forestry [Electronic resource]. Access point: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (references date 25.09.2023).
6. Klimova N. V., Mozhegova V. D. Efficiency of investments in development of rabbit breeding in Russia // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2017. No. 125 (01). DOI: 10.21515/1990-4665-125-034. [Electronic resource]. Access point: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/34.pdf> (references date 25.09.2023).
7. Komlatsky V. I., Velichko L. F., Velichko V. A., Tsyganok L. E. Modern technologies of rabbit breeding in small-scale farming // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2020. No. 85. P. 319–325. DOI: 10.21515/1999-1703-85-319-325.
8. Plaksin I. E., Trifanov A. V., Bazykin V. I. Results of research on the productivity of fattening pigs in the technological module // Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2022. No. 4(65). P. 183–196. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-183-196.
9. Soshnev D. A., Trifanov A. V., Bazykin V. I., Plaksin I. E. Results of experimental and production check of the operation of the technological module for growing broilers // AgroEcoEngineering. 2022. No. 3(112). P. 121–129. DOI: 10.24412/2713-2641-2022-3112-121-129.
10. Plaksin I. E., Trifanov A. V. Justification of technical and economic performance of the technological module for rabbit growing and fattening // Technologies, machines and equipment for mechanized crop and livestock production. 2019. No. 2(99). P. 317–326. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10178.
11. Gladin D. V. LED lighting: only advantages // Animal Husbandry of Russia. 2012. No. 9. P. 62–64.
12. Spirin N. A., Lavrov V. V. Methods of planning and processing the results of an engineering experiment. Ekaterinburg: Ural State Technical University – Ural Polytechnic Institute (USTU-UPI), 2004. 257 p.
13. Vtoryi V. F., Vtoryi S. V., Ilyin R. M. Study of the barn inside climate parameters with a portable measuring complex // AgroEcoEngineering. 2021. No. 3(108). P. 154–164. DOI: 10.24412/2713-2641-2021-3108-154-163.
14. Gmurman V. E. Probability theory and mathematical statistics. Moscow: Litres, 2022. 1920 p.
15. Nigmatullin R. M., Balakirev N. A. Rabbit breeding (in questions and answers). Part 1. Moscow: Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin, 2009. 400 p.
16. Kurchaeva E. E., Vostroilov A. V. The efficiency of use of feed synbiotic supplement the open ProStor resources of the rabbit // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019. No. 3 (81). DOI: 10.20914/2310-1202-2019-3-50-56.

UDC 631.22

Plaksin I. E., Trifanov A. V.

TECHNOLOGICAL MODULE FOR GROWING RABBITS: PILOT TESTING

Summary. *Small-scale rabbit farming produces more than 68% of rabbit products and plays an important role in the preservation and development of rural areas; therefore, the development of modern high-tech technical, technological and planning solutions for such enterprises is an urgent task. The purpose of the work was to determine the technical and technological parameters of rearing rabbits in a technological module. All measures and observations were carried out in 2022. For research purposes we built an experimental technological module for nine doe rabbits, in which four production cycles were carried out, including keeping single, brood and suckling doe rabbits with new-born rabbits, as well as*

growing and fattening of up to 90 young animals. Subject of the research – technological parameters of raising rabbits in the technological module. The research was carried out using the passive experiment method to determine the technological indicators of raising rabbits. The average feed intake per one doe rabbit was 56.29 kg during pregnancy period and 110.4 kg throughout lactation. The average rabbit litter size after four kindlings was 77.7, number of young animals at the time of transferring to fattening – 72, at slaughter – 69.5. The average live weight of a baby rabbit at birth was 0.056 kg, at the time of transferring to fattening – 0.762 and at the end of the production cycle – 3.17 kg. The feed conversion ratio ranged from 3.9 to 4.6 units. Water consumption was 6.15, 8.05, 5.71 and 6.4 litres per kg of rabbit live weight. Electricity consumption to gain a kilogram of live weight reached 0.025, 0.022, 0.014 and 0.077 kW. The average daily manure yield from one rabbit in the reproduction and fattening section was 0.149 and 0.081 kg per each production cycle, respectively. As a result of the research, we came to the following conclusions: the use of the developed technological module is effective in small-scale rabbit production, the indicators obtained during the experiment correspond to similar values of large rabbit breeding enterprises.

Keywords: *agriculture, rabbit breeding, small-scale production, technological module*

Плаксин Илья Евгеньевич, кандидат технических наук, научный сотрудник отдела агроэкологии в животноводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; 196634, Россия, г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, Филитровское ш., 3; e-mail: ilyaplaxin@gmail.com.

Трифанов Алексей Валериевич, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела агроэкологии в животноводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; 196634, Россия, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филитровское ш., 3; e-mail: trifanovav@mail.ru.

Plaksin Ilya Evgenievich, Cand. Sc. (Techn.), researcher at the Department of agroecology in animal husbandry of the Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of the FSBSI “Federal Scientific Agroengineering Center VIM” (FSAC VIM); 3, Filitrovskoe shosse, village of Tyarlevo, St. Petersburg, 196634, Russia; ilyaplaxin@gmail.com .

Trifanov Aleksey Valerievich, Cand. Sc. (Techn.), associate professor, leading researcher of the Department of agroecology in animal husbandry of the Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of the FSBSI “Federal Scientific Agroengineering Center VIM” (FSAC VIM); 3, Filitrovskoe shosse, village of Tyarlevo, St. Petersburg, 196634, Russia; trifanovav@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 02.10.2023.

Дата принятия к печати – 17.11.2023.