

Влияние кормов из личинок чёрной львинки на показатели эффективности выращивания и кормового поведения свиней

Р. В. Некрасов✉, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, заведующий отделом «Кормление сельскохозяйственных животных»

Е. В. Туаева, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Н. В. Боголюбова, доктор биологических наук, заведующая отделом «Физиология и биохимия сельскохозяйственных животных»

А. Н. Сингин, студент

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

142132, Россия, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, дом 60,

✉ nek_roman@mail.ru

Резюме. В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по влиянию включения кормовых продуктов из личинок чёрной львинки в полнорационные комбикорма для свиней (F-2:(КБхЛ)хД) в периоды дорастивания и откорма. Цель: изучить показатели кормового поведения и эффективности выращивания молодняка свиней при использовании в комбикормах липидов (I опытная группа) и белковой муки (II опытная группа), полученных из личинок чёрной львинки. На интактных свиньях в условиях физиологического двора изучены приросты живой массы, убойные показатели и показатели качества продукции во взаимосвязи с данными кормового поведения, полученными на кормовых станциях контрольного откорма. В период дорастивания животных установлено, что применение изучаемых компонентов не влияло отрицательно на их среднесуточные приросты живой массы тела ($p > 0,05$). По результатам 1-го и 2-го периодов откорма животные опытных групп имели превосходство над животными контроля ($p < 0,05$) по данному показателю на 4,16 и 11,4 %, а также 6,65 и 1,4 % соответственно. Включение компонентов питания из личинки чёрной львинки стимулировало потребление комбикормов: включение жира - на 4,10; 6,51; 7,51 %, включение белковой муки - на 3,46; 12,99; 8,93 % соответственно. Затраты кормов на получение 1 кг прироста в опытных группах увеличивались на 2,43...3,50 % по сравнению с контролем. Установлено, что в опытных группах отдельные показатели кормового поведения: количество потребленного корма за посещение и продолжительность одного посещения станции не оказывали достоверного влияния на конверсию корма в отличие от группы контроля. Также отмечено, что изученные кормовые факторы определили значимую зависимость конверсии корма от уровня среднесуточных приростов. Значение массы парной туши имело тенденцию к межгрупповым различиям на уровне $p = 0,10$, а убойный выход был выше в I опытной группе ($p < 0,05$). Использование кормовых продуктов из личинок чёрной львинки может быть целесообразным к применению без ущерба для основных показателей выращивания свиней.

Ключевые слова: свиньи, чёрная львинка, липиды, протеиновая добавка, среднесуточные приросты, кормовое поведение, показатели убоя.

Для цитирования: Влияние кормов из личинок чёрной львинки на показатели эффективности выращивания и кормового поведения свиней Р. В. Некрасов, Е. В. Туаева, Н. В. Боголюбова и др. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. №3 (71). С. 139-146. doi:10.18286/1816-4501-2025-3-139-146

The effect of black soldier fly larval feed on rearing efficiency parameters and feeding behavior of pigs

R.V. Nekrasov, E.V. Tuaeva, N.V. Bogolyubova, A.N. Singin

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Animal Husbandry – VIZh named after Academician L.K. Ernst",

142132, Russia, Moscow Region, Podolsk Urban District, Dubrovitsy v., 60

nek_roman@mail.ru

Abstract. The article presents results of the experimental studies on the effect of including black soldier fly larval feed products in complete feeds for pigs (F-2: (KBxL)xD) during the rearing and fattening periods. The objective was to study the feeding behavior indexes and the efficiency of rearing young pigs using lipids (experimental group 1) and protein meal (experimental group 2) obtained from black soldier fly larvae in compound feed. Live weight gain, slaughter performance and product quality indexes were studied on intact pigs in physiological yard conditions in correlation with the feeding behavior data obtained at control fattening feed stations. During the rearing period of animals, it was established

that usage of the studied components did not negatively affect their average daily live weight gain ($p > 0.05$). Based on the results of the 1st and 2nd fattening periods, the animals of the experimental groups had an advantage over the control animals ($p < 0.05$) in this parameter by 4.16 and 11.4%, as well as 6.65 and 1.4%, respectively. The black soldier fly larvae nutrition components stimulated feed consumption: fat inclusion - by 4.10; 6.51; 7.51%, protein flour inclusion - by 3.46; 12.99; 8.93%, respectively. Feed costs per 1 kg of gain in the experimental groups increased by 2.43-3.50% compared to the control. It was found that certain parameters of feeding behavior in the experimental groups, such as the amount of feed consumed per visit and the duration of one visit to the station did not have a reliable effect on feed conversion, unlike the control group. It was also noted that the studied feed factors determined a significant dependence of feed conversion on the level of average daily gains. The value of the carcass weight tended to intergroup differences at the level of $p = 0.10$, and the slaughter yield was higher in the 1st experimental group ($p < 0.05$). Thus, the usage of feed products from black soldier fly larvae may be appropriate without compromising the main parameters of pig rearing.

Keywords: pigs, black soldier fly, lipids, protein supplement, average daily gains, feeding behavior, slaughter parameters.

For Citation: Influence of feeds from black soldier fly larvae on growth efficiency and feeding behavior of pigs / R.V. Nekrasov, E.V., Tuaeve N.V., Bogolyubova, et al. // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2025;3(71): 139-146 doi:10.18286/1816-4501-2025-3-139-146

Исследования выполнены при финансовой поддержке РНФ в рамках проекта 24-16-00021.

Введение

Распоряжением Правительства РФ от 10 октября 2023 г. N 2761-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 25 января 2017 г. N 79-р» в перечень сельскохозяйственной продукции внесена изделия из мухи чёрная львинка (жиры, мука, гранулы и прочее). Планируется масштабирование технологий выращивания личинок чёрной львинки в существенных объемах, что позволит производить в ближайшей перспективе животный белок (протеиновая мука) и липидный концентрат из личинок мух чёрная львинка в больших объемах. Приказом Росстандарта от 17 мая 2023 г. № 321-ст «Об утверждении Изменения 82/2023 ОКПД 2 к Общероссийскому классификатору продукции по видам экономической деятельности» включена продукция, получаемая из мухи чёрная львинка. Использование ее позволит заменить рыбную муку в рецептах комбикормов для аквакультуры и животных [1, 2].

Для более эффективного использования энергетических и протеиновых продуктов из личинок чёрной львинки в свиноводстве необходимо дальнейшее изучение фундаментальных аспектов физиологии пищеварения, включая пищевое и кормовое поведение у свиней. Свиньи представляют собой уникальный биологический объект по большому перечню критериев. Один из них – исключительно высокая интенсивность процессов обмена веществ вообще и липидов с преобладанием липогенеза в частности. Изучение переваримости и усвояемости питательных веществ данных компонентов свиньями позволит более глубоко оценить физиологическую роль и предопределил расширение возможностей использования продуктов из личинок чёрной львинки [3, 4]. Использование протеинового концентрата, а также жира позволит улучшить переваримость и усвоение энергии, азота и минеральных веществ у свиней, повысит уровень обменной энергии и ретенцию азота [5, 6].

Результаты Choi и др. [7] продемонстрировали, что включение 1%, 2% и 3% муки из личинок чёрной львинки, используемой в качестве замены соевого шрота в рационы свиней, может обеспечивать аналогичную экономическую эффективность (затраты корма на килограмм прироста живой массы тела) и одновременно улучшать показатель среднесуточного прироста и переваримость сухого вещества. Choi и др. [8] установили, что даже более высокий уровень включения белковой муки из насекомого, то есть до 18,5% не оказывает негативного влияния на показатель рентабельности. Это имеет решающее значение с практической точки зрения, поскольку цена на муку из насекомых сейчас не может конкурировать с традиционно используемыми кормовыми материалами. Однако унификация цен позволяет усилить дополнительные возможности продуктов из насекомых с точки зрения, например, возможности значительного снижения потенциала глобального потепления и землепользования за счет внедрения продуктов из личинок, откормленных отходами, в рационы свиней [9].

Стоит заметить, что изменчивость показателей эффективности использования корма обусловлена как внешними, так и внутренними факторами. К внешним факторам относятся состав и энергетическую питательность рационов, менеджмент и климатические условия. Внутренние факторы связаны с различными физиологическими процессами, включая сенсорную и церебральную регуляцию аппетита, абсорбционную способность кишечника, усвояемость питательных веществ, терморегуляцию, мышечную активность, а также процессами, связанными с анаболическим и катаболическим обменом веществ. Использование станций контрольного откорма свиней на современном уровне позволяет оценить не только показатели эффективности использования корма, такие как среднесуточное потребление корма (ADFI) и конверсия корма (FCR), но и регистрировать целый ряд показателей,

характеризующих кормовое поведение, включая время нахождения на кормовой станции в сутки (TPD), число посещений кормовой станции в сутки (NVD), потребление корма за посещение (FPV), продолжительность одного посещения (TPV = TPD/NVD), скорость потребления корма ($FR = ADFI/TPD$) [10, 11, 12].

Цель исследований – изучить показатели кормового поведения и эффективности выращивания молодняка свиней при использовании в

комбикормах липидов и белковой муки, полученных из личинок чёрной львинки.

Материалы и методы

В условиях физиологического двора ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста проведен научно-хозяйственный опыт на молодняке (F-2:(КБхЛ)хД) в периоды доращивания и откорма. Для проведения исследований по методу пар-аналогов (живая масса, возраст, пол) сформированы 3 группы поросят в период доращивания по 10 голов по общепринятой методике [13].

Таблица 1. Схема проведения исследований

Группа	Голов	Примечание
Схема опыта, характеристика кормления		
Контрольная (С)	10	Свиной комбикорм (СК)
I опытная (Е1)	10	СК + 2,0; 1,0; 0,5% жира личинки чёрной львинки согласно периоду выращивания и откорма
II опытная (Е2)	10	СК + 5,0; 3,0; 1,0% муки из личинки чёрной львинки согласно каждому периоду выращивания и откорма

Условия содержания соответствовали зоотехническим нормативам. Состав и питательность полнорационных комбикормов были стандартными для данного вида животных и групп в каждый из периодов опыта (СК-4 – доращивание, СК-5 – откорм, СК-6 – заключительный откорм). Животные контрольной группы получали стандартный комбикорм с рыбной мукой, свиньи I опытной группы в составе комбикорма получали 2,0; 1,0; 0,5 % жира личинки чёрной львинки, животные 2-опытной группы в составе комбикорма получали 5,0; 3,0; 1,0 % муки из личинки чёрной львинки (липиды (СЖ 99,9 %) и мука (СП 58,6 %, лизин 1,30 %) были получены путем прямого отжима масла из сухих личинок,) согласно периодам выращивания (доращивание 30 дней, 1й период откорма 30 дней, 2-й или заключительный период откорма 40 дней). Общая продолжительность опыта составила 100 дней.

За период опыта учтены приросты живой массы, конверсия корма, в конце опыта проведен контрольный убой. Прирост живой массы – по контрольным взвешиваниям еженедельно, расчет абсолютного и среднесуточного прироста живой массы.

В период опыта сбор данных потребления кормов велся непосредственно со станций контрольного откорма. Свиньи содержались в секциях, оборудованных станциями контрольного откорма (Станция COMPIDENT MLP 2 PRO для контроля откормочной продуктивности для животных, ООО «SCHAUER AGROTRONIC», Россия) и автоматическим учетом потребления кормов (Farm Manager ПО для модуля MLP). Поение осуществлялось посредством автоматических индивидуальных поилок (2 единицы на каждую секцию).

Изучена поедаемость кормов (ADFI, average daily feed intake) – ежедневно (г/сут.); оплата корма продукцией, конверсия (FCR, feed conversion rate) – путем определения расхода кормов на единицу прироста (кг/кг). Изучены показатели кормового

поведения, регистрируемые с использованием кормовых станций: TPD (total time spent eating per day) – время нахождения на кормовой станции в сутки (мин/сут.), NVD (number of visits to the feeder per day) – число посещений кормовой станции в сутки (ед.), FPV (mean feed intake per visit) – количество потребленного корма за посещение (г), TPV (time spent eating per visit) – продолжительность одного посещения (TPD/NVD) (мин.), FR (mean feed intake rate) – скорость потребления корма (ADFI/TPD) (г/мин.)

Полученные в эксперименте первичные данные обработаны биометрически с помощью метода дисперсионного анализа (ANOVA, STATISTICA, version 13RU, StatSoft, Inc. Вычислены: среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка ($\pm m$), уровень значимости (p). Результаты исследований считали высокодостоверными при $p < 0,001$ и достоверными при $p < 0,01$ и $p < 0,05$. При $p > 0,1$ разницу считали недостоверной.

Результаты

В результате проведенных исследований определили основные зоотехнические показатели при выращивании молодняка свиней с использованием станций контрольного откорма. По результатам взвешиваний и учета расхода кормов были определены среднесуточные приросты живой массы (ССП), а также затраты кормов на единицу прироста по периодам опыта (табл. 2).

В период доращивания ССП в подопытных группах существенно не различались ($p > 0,05$), но имела тенденция к их увеличению (3,5...4,1 %). По результатам 1-го периода откорма животные опытных групп имели превосходство над животными контроля ($p < 0,05$) по данному показателю: Е1 – на 4,16 %, Е2 – на 11,4 %, в меньшей степени в заключительный период откорма: Е1 – на 6,65 %, Е2 – на 1,4 %, что связано в том числе с уменьшением ввода изучаемых компонентов питания. Включение компонентов питания из личинки черной львинки

стимулировало потребление комбикормов. Так, включение жира - на 4,10; 6,51; 7,51 %, включение муки - на 3,46; 12,99; 8,93 %. Таким образом, конверсия кормов увеличивалась, затраты кормов на получение 1 кг прироста были выше в группах E1-E2

по сравнению с контролем на 2,43...3,50 % (из расчета за весь период испытаний). С ростом потребления корма эффективность его конверсии в прирост мышечной ткани снижается.

Таблица 2. Динамика живой массы и конверсии кормов по периодам опыта (n=10, M±m)

Показатель	Группа			p-value
	контрольная С	I опытная Е1	II опытная Е2	
Дорашивание – 30 дней				
Живая масса при постановке на опыт, кг	17,25±0,36	17,30±0,0,19	17,30±0,0,19	0,98
Живая масса в конце периода, кг	39,82±0,76	40,39±0,83	40,395±0,83	0,67
В % к контролю	100,00	101,43	102,31	-
Среднесуточный прирост, г	752,33±30,03	769,67±30,78	784,00±21,00	0,72
В % к контролю	100,00	102,30	104,21	-
Потребление комбикорма, г/гол./сут.	1427,72±63,76	1486,31±53,64	1477,15±55,24	0,74
В % к контролю	100,00	104,10	103,46	-
Конверсия корма, кг комбикорма / кг прироста	1,90±0,03	1,93±0,03	1,89±0,05	0,62
В % к контролю	100,00	102,00	99,40	-
Откорм (1-й период) – 30 дней				
Живая масса в конце периода, кг	70,36±1,54	72,20±1,37	74,76±1,24	0,10
В % к контролю	100,00	102,62	106,25	-
Среднесуточный прирост, г	1018,00±30,92	1060,33±25,54	1134,00±31,34	0,03
В % к контролю	100,00	104,16	111,39	-
Потребление комбикорма, г/гол./сут.	2593,08±79,00	2761,81±77,52	2929,94±107,13	0,04
В % к контролю	100,00	106,51	112,99	-
Конверсия корма, кг комбикорма / кг прироста	2,55±0,06	2,61±0,05	2,58±0,06	0,80
В % к контролю	100	102,05	101,15	-
Откорм (2-й период) – 40 дней				
Живая масса в конце опыта, кг	115,62±1,54	120,47±1,85	120,66±1,94	0,10
В % к контролю	100,00	104,19	104,36	-
Среднесуточный прирост, г	1131,50±39,56	1206,75±30,54	1147,50±28,48	0,26
В % к контролю	100,00	106,65	101,41	-
Потребление комбикорма, г/гол./сут.	3405,28±117,83	3716,77±94,12	3688,81±88,11	0,07
В % к контролю	100,00	109,15	108,83	-
Конверсия корма, кг комбикорма / кг прироста	3,02±0,10	3,08±0,05	3,22±0,06	0,16
В % к контролю	100,00	101,97	106,47	-
За весь период опыта – 100 дней				
Живая масса при постановке на опыт, кг	17,25±0,36	17,30±0,0,19	17,30±0,0,19	0,98
Живая масса в конце опыта, кг	115,62±1,54	120,47±1,85	120,66±1,94	0,10
Абсолютный прирост за период, кг	98,37±1,62	103,17±1,93	103,44±1,71	0,09
Среднесуточный прирост, г	983,70±16,18	1031,70±19,26	1034,40±17,14	0,09
В % к контролю	100,00	104,88	105,15	-
Потребление комбикорма, кг/гол.	256,84±6,38	276,11±6,75	279,77±7,18	0,05
В % к контролю	100,00	107,51	108,93	-
Конверсия корма, кг комбикорма / кг прироста	2,61±0,05	2,67±0,03	2,70±0,04	0,30
В % к контролю	100	102,43	103,50	-

Хорошо известно, что ADFI напрямую связан с потреблением энергии и питательных веществ, тогда как размер и частота приемов пищи влияют на усвояемость питательных веществ. Из этого следует, что использование энергии корма и питательных веществ зависит от различных метаболических механизмов, которые могут быть изменены кормовым поведением, например, частотой приема корма. В нашей работе самая высокая степень взаимосвязи отмечена между ADG-ADFI ($r=0,83$, $p<0,001$), а также и FCR-ADFI ($r=0,74$, $p<0,001$). При том, что конверсия корма FCR не имеет прямой связи с ADG ($r=0,24$, $p>0,05$). Чем чаще животные посещали кормовые

станции, тем меньшее количество корма они съедали за один раз. Скорость потребления корма FR имела среднюю положительную зависимость с ADFI ($r=0,43$, $p=0,02$) и с FCR ($r=0,33$, $p=0,08$). В разрезе же групп наблюдалось как сходство (FPV-TPV, NVD-TPV, FPV-NVD, ADG- ADFI, FR-TPD) в зависимостях показателей, так и некоторые особенности. Например, в опытных группах факторы FPV, TPV не оказывали достоверного влияния на FCR, в отличие от контроля. Также отмечается, что изученные факторы (группы E1-E2) определили зависимость FCR-ADFI, а скормливание жира (группа E1) еще и NVD, FPV, TPV, FR с ADFI.

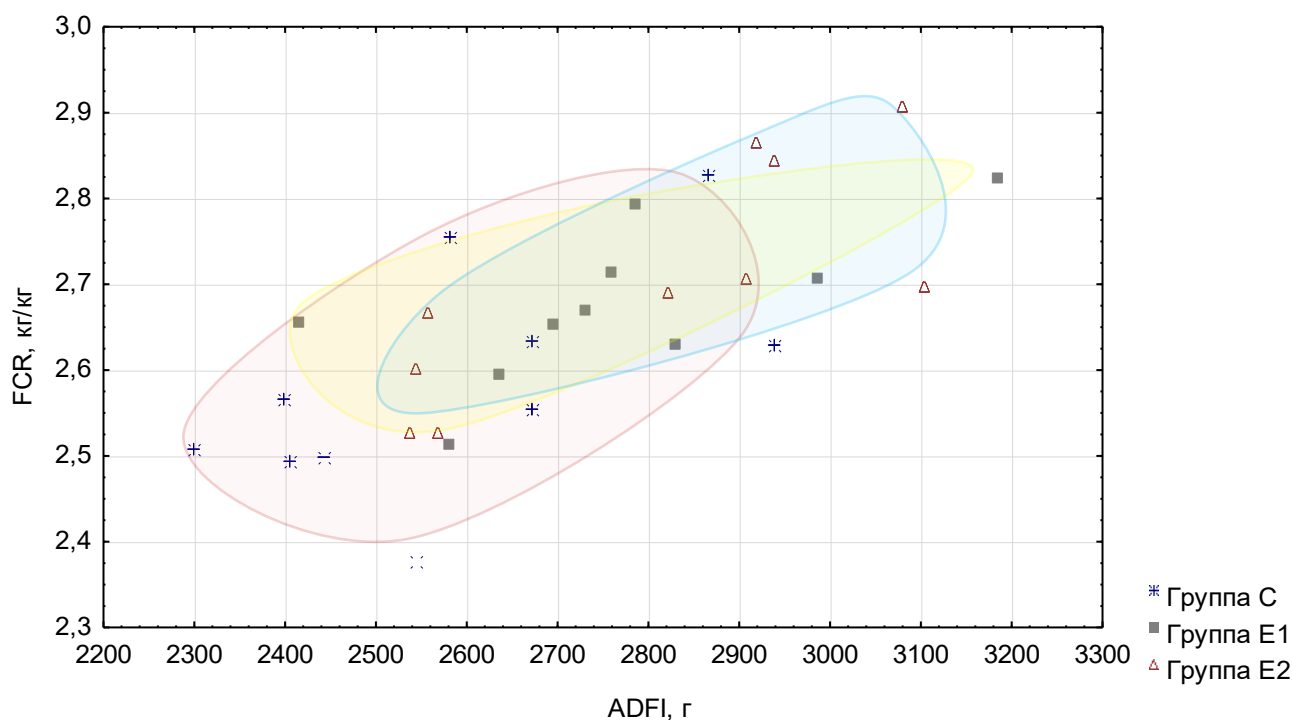


Рис. 1. Влияние потребления комбикорма ADFI на FCR

Группа С ADFI, г:FCR, кг/кг: $y = 1,6041 + 0,0004 \cdot x$; $r = 0,5952$; $p = 0,0695$; $r^2 = 0,3542$

Группа Е1 ADFI, г:FCR, кг/кг: $y = 1,8836 + 0,0003 \cdot x$; $r = 0,6758$; **$p = 0,0319$** ; $r^2 = 0,4568$

Группа Е2 ADFI, г:FCR, кг/кг: $y = 1,4004 + 0,0005 \cdot x$; $r = 0,7899$; **$p = 0,0066$** ; $r^2 = 0,6239$

Таблица 3. Степень зависимости параметров откорма с показателями кормового поведения у свиней

Переменная	Карта цветовая корреляционных взаимосвязей N=30							
	ADG, г	ADFI, г	FCR, кг/кг	TPD, с/сут	NVD, ед/сут	FPV, г	TPV, мин	FR, г/мин
ADG, г		0,000	0,204	0,641	0,947	0,336	0,923	0,059
ADFI, г	0,83		0,000	0,740	0,729	0,063	0,560	0,018
FCR, кг/кг	0,24	0,74		0,993	0,588	0,037	0,246	0,076
TPD, с/сут	0,09	0,06	0,00		0,102	0,248	0,244	0,000
NVD, ед/сут	-0,01	-0,07	-0,10	0,30		0,000	0,000	0,146
FPV, г	0,18	0,34	0,38	-0,22	-0,90		0,000	0,082
TPV, мин	-0,02	0,11	0,22	0,22	-0,81	0,86		0,331
FR, г/мин	0,35	0,43	0,33	-0,85	-0,27	0,32	-0,18	

Правая сторона -

$p \leq$	0,001	0,010	0,025	0,050	0,100	0,150	0,200	0,350	0,500	1
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---

Левая сторона -

$p \geq$	-1	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1
----------	----	-------	-------	-------	-------	---	------	------	------	------	---

Таблица 4. Убойные показатели и качественные параметры свинины (в среднем по группе, $M \pm m$, $n=10$)

Показатель	Группа			p-value
	контрольная С	I опытная Е1	II опытная Е2	
ЖМ после голодной выдержки, кг	112,66±2,27	115,56±1,82	119,52±1,78	0,06
Длина туши, см	114,90±1,43	111,30±2,00	113,50±1,28	0,29
Масса парной туши, кг	82,20±1,80	85,25±1,56	87,17±1,38	0,10
Убойный выход, %	72,94±0,35	73,74±0,26	72,92±0,26	0,06
Толщина хребтового шпика между 6-м и 7-м грудными позвонками, мм	24,10±1,86	26,90±1,77	25,30±1,69	0,01
Толщина хребтового шпика на пояснице, мм	19,10±2,25	21,00±2,67	15,60±0,85	0,23
pH ₄₅ , ед.	5,93±0,11	5,98±0,10	5,94±0,12	0,54
pH ₂₄ , ед.	5,60±0,02	5,59±0,04	5,60±0,02	0,19
ВУС, %	69,75±1,26	71,03±1,81	67,59±1,07	0,94
Площадь «мышечного глазка», см ²	70,54±3,68	77,54±4,44	69,99±1,91	0,89

Измерение массы и длины животных перед убоем показало (табл. 4), что свиньи групп E1-E2 были тяжелее ($p=0,06$) животных группы C (119,6...115,6 против 112,7 кг). Значение массы парной туши также имело тенденцию к межгрупповым различиям на уровне $p=0,10$. Убойный выход при этом был выше в группе E1 против C и E2 (75,7 против 72,9, $p=0,06$). Энергетическая добавка в виде жира личинок оказала воздействие на некоторое отложение сала. Так, толщина шпика, как между 6-м и 7-м грудными позвонками (26,9 мм), так и на пояснице (21,0 мм) была наибольшей у свиней группы E1. Достоверно выше pH_{24} отмечен у животных группы C ($p<0,05$). Установлено, что изучаемые кормовые факторы не влияли на показатели качества мяса. pH, ВУС, площадь мышечного глазка не имели межгрупповых отличий. Таким образом, от животных опытных групп были получены туши с лучшими значениями выхода мясной продукции без ущерба в качественных характеристиках мяса.

Обсуждение

Представленный фрагмент исследований является частью работы по уточнению возможностей использования кормовых продуктов из личинок чёрной львинки в кормлении свиней (грант РФФ 24-16-00021), что создает предпосылки к дальнейшему более интенсивному развитию технологий по выращиванию личинок данного вида насекомого для получения высокоценных кормовых средств.

Нами сделан вывод о том, что скармливание разнообразных кормовых компонентов, приготовленных из личинки чёрной львинки, стимулирует потребление комбикорма, что приводит к улучшению роста и накоплению мышечной массы свиней. Это подтверждает и изучение показателей кормового поведения у свиней: изученные факторы (белковый компонент и липиды) определили зависимость конверсии корма (FCR) и его среднесуточного потребления (ADFI), чего не наблюдалось в контрольной группе.

В последние годы кормовые продукты из личинок чёрной львинки становятся вполне традиционным ингредиентом в кормах для животных. Исследования Ding и др. [11] показывают, что как полножирная, так и обезжиренная мука из личинок

чёрной львинки может быть подходящим альтернативным белковым кормом для включения в рационы свиней. Как полножирная, так и обезжиренная мука имеют высокий уровень усвоения для большинства аминокислот. Об этом свидетельствуют и наши данные, так как включение белковой муки повышало конечную живую массу и значение массы парной туши при отсутствии негативного влияния на качественные параметры мяса и убойный выход.

Насекомые являются альтернативным источником не только белка, но также богаты жирами. Жир насекомых может заменить соевое, подсолнечное масло. Изучение жирнокислотного состава показывает, что преимущественно (в процентном выражении) преобладают насыщенные жирные кислоты [14], а личинки чёрной львинки могут служить источником энергии в рационах свиней [15]. Изученные нами уровни включения липидов насекомого в корма подтверждают эффективность не только белковых компонентов из чёрной львинки, но и энергетических, что дает основание к более широкому использованию данных компонентов в свиноводстве.

Заключение

На основании анализа собственных и данных, имеющихся в открытой печати, можно утверждать, что использование кормовых продуктов из личинок чёрной львинки может быть целесообразным к применению без ущерба для основных показателей выращивания свиней.

Включение в составы комбикормов для растущего откармливаемого молодняка свиней 2,0; 1,0; 0,5 % жира личинки чёрной львинки, а также 5,0; 3,0; 1,0 % муки из личинки чёрной львинки (согласно периодам выращивания (дорастивание 30 дней, 1й период откорма 30 дней, 2-й или заключительный период откорма 40 дней), позволило в целом успешно реализовать генетический потенциал животных, получить высокие показатели среднесуточных приростов без потери в убойных показателях, без снижения качества продукции. На основании приведенных результатов исследований можно рекомендовать более широкое применение энергетических и белковых компонентов в кормлении молодняка свиней.

Литература

1. Supplementation of Dried Mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Blood Profiles in Weaning Pigs / X.H. Jin, P.S. Heo, J.S. Hong, et al. // *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 2016. Vol. 29 P. 979–986. doi:10.5713/ajas.15.0535
2. The potential role of insects as feed: a multi-perspective review / G. Sogari, M. Amato, I. Biasato, et al. // *Animals (Basel)*. 2019. Vol. 9. No. 4. P. 119. doi:10.3390/ani9040119
3. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility / A. Schiavone, M. De Marco, S. Martínez, et al. // *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2017. Vol. 8. P. 1-9. doi: 10.1186/s40104-017-0181-5
4. Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: effect on growth performances, feed-choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality / A. Schiavone, M. Cullere, M. De Marco, et al. // *Italian J. Anim. Sci.* 2017. Vol. 16. P. 100-93. doi:10.1080/1828051X.2016.1249968

5. Effect of dietary replacement of fishmeal by insect meal on growth performance and non-specific immunity of growing pigs / R.V. Nekrasov, G.A. Ivanov, M.G. Chabaev, et al. // J. Anim. Sci. 2020. Vol. 98 P. 353. doi:10.1093/jas/skaa278.620
6. Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae for weaned piglets / T. Spranghers, J. Michiels, J. Vrancx, et al. // Anim. Feed Sc. Technol. 2018. Vol. 235. P. 33-42. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.08.012
7. Choi W. H. Evaluation of antibacterial activity of hexanedioic acid isolated from *Hermetia illucens* larvae // J. Appl. Biomed. 2014. Vol. 12. No. 3. P. 179-189. doi:10.1016/j.jab.2014.01.003
8. Effects of different levels of *Hermetia illucens* on growth performance and nutrient digestibility in weaning pigs / Y.-H. Choi, S.-Y. Yoon, S.-M. Jeon, et al. // J. Korea Acad. Coop. Soc. 2019. Vol. 20. P. 255–261.
9. Attributional versus consequential life cycle assessment and feed optimization: alternative protein sources in pig diets / H.H.E. van Zanten, P. Bikker, B.G. Meerburg, et al. // Int. J. Life Cycle Assess. 2018. Vol. 23. P. 1–11. doi:10.1007/s11367-017-1299-6
10. The influence of feeding behaviour on growth performance, carcass and meat characteristics of growing pigs / G. Carcò, L. Gallo, M. D. Bona, et al. // PLoS One. 2018. doi:10.1371/journal.pone.0205572
11. Genome-wide association analysis reveals genetic loci and candidate genes for feeding behavior and eating efficiency in Duroc boars / R. Ding, J. Quan, M. Yang, et al. // PLoS One. 2017. Vol. 12. No. 8. doi:10.1371/journal.pone.0183244
12. Генетические и паратипические факторы, характеризующие эффективность использования корма у свиной породы дюрк / А.А. Белоус, А.А. Сермягин, О.В. Костюнина и др. // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 712-722. doi:10.15389/agrobiology.2018.4.712rus
13. Викторов П. И., Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов. М.: Агропромиздат. 1991. 112 с.
14. Characteristics of lipid fractions of larvae of the Black soldier fly *Hermetia illucens* / N. Ushakova, E. Brodskii, A. Kovalenko, et al. // Dokl. Biochem. Biophys. 2016. Vol. 468. No. 1. P. 209-12. doi:10.1134/S1607672916030145
15. Nutritional composition of Black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates / T. Spranghers, M. Ottoboni, C. Klotwijk, et al. // J. Sci. Food Agric. 2016. Vol. 8. P. 2594–2600. doi:10.1002/jsfa.8081

References

1. Supplementation of Dried Mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Blood Profiles in Weaning Pigs / X.H. Jin, P.S. Heo, J.S. Hong, et al. // Asian-Australas J. Anim. Sci. 2016. Vol. 29 P. 979–986. doi:10.5713/ajas.15.0535
2. The potential role of insects as feed: a multi-perspective review / G. Sogari, M. Amato, I. Biasato, et al. // Animals (Basel). 2019. Vol. 9.No. 4. P. 119. doi:10.3390/ani9040119
3. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility / A. Schiavone, M. De Marco, S. Martínez, et al. // J. Anim. Sci. Biotechnol. 2017. Vol. 8. P. 1-9. doi: 10.1186/s40104-017-0181-5
4. Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: effect on growth performances, feed-choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality / A. Schiavone, M. Cullere, M. De Marco, et al. // Italian J. Anim. Sci. 2017. Vol. 16. P. 100-93. doi:10.1080/1828051X.2016.1249968
5. Effect of dietary replacement of fishmeal by insect meal on growth performance and non-specific immunity of growing pigs / R.V. Nekrasov, G.A. Ivanov, M. G. Chabaev, et al. // J. Anim. Sci. 2020. Vol. 98 P. 353. doi:10.1093/jas/skaa278.620
6. Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae for weaned piglets / T. Spranghers, J. Michiels, J. Vrancx, et al. // Anim. Feed Sc. Technol. 2018. Vol. 235. P. 33-42. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.08.012
7. Choi W. H. Evaluation of antibacterial activity of hexanedioic acid isolated from *Hermetia illucens* larvae // J. Appl. Biomed. 2014. Vol. 12.No. 3. P. 179-189. doi:10.1016/j.jab.2014.01.003
8. Effects of different levels of *Hermetia illucens* on growth performance and nutrient digestibility in weaning pigs / Y.-H. Choi, S.-Y. Yoon, S.-M. Jeon, et al. // J. Korea Acad. Coop. Soc. 2019. Vol. 20. P. 255–261.
9. Attributional versus consequential life cycle assessment and feed optimization: alternative protein sources in pig diets / H.H.E. van Zanten, P. Bikker, B.G. Meerburg, et al. // Int. J. Life Cycle Assess. 2018. Vol. 23. P. 1–11. doi:10.1007/s11367-017-1299-6
10. The influence of feeding behaviour on growth performance, carcass and meat characteristics of growing pigs / G. Carcò, L. Gallo, M. D. Bona, et al. // PLoS One. 2018. doi:10.1371/journal.pone.0205572

11. Genome-wide association analysis reveals genetic loci and candidate genes for feeding behavior and eating efficiency in Duroc boars / R. Ding, J. Quan, M. Yang, et al. // PloS One. 2017. Vol. 12. No. 8. doi:10.1371/journal.pone.0183244
12. Genetic and paratypic factors characterizing the efficiency of feed use in Duroc pigs / A.A. Belous, A.A. Serm-yagin, O. V. Kostyunina, et al. // Agricultural Biology. 2018. Vol. 53. No. 4. P. 712-722. doi:10.15389/agrobiol-ogy.2018.4.712rus
13. Viktorov P. I., Menkin V. K. Methodology and organization of zootechnical experiments. Moscow: Agropromiz-dat. 1991. 112 p.
14. Characteristics of lipid fractions of larvae of the Black soldier fly *Hermetia illucens* / N. Ushakova, E. Brodskii, A. Kovalenko, et al. // Dokl. Biochem. Biophys. 2016. Vol. 468. No. 1. P. 209-12. doi:10.1134/S1607672916030145
15. Nutritional composition of Black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste sub-strates / T. Spranghers, M. Ottoboni, C. Klotwijk, et al. // J. Sci. Food Agric. 2016. Vol. 8. P. 2594–2600. doi:10.1002/jsfa.8081