

А. Г. Соловьева, К. Т. Еримбетов, О. В. Обвинцева

Фитокоррекция биохимического статуса и продуктивности при откорме боровков на низко-протеиновых рационах, обогащенных незаменимыми аминокислотами

Аннотация. Впервые изучено влияние растительного экидистероидсодержащего препарата экстракта левзеи на метаболизм и продуктивность боровков (трехпородные помеси ландрас × крупная белая × дюрок) при откорме на низко-протеиновых рационах, обогащенных незаменимыми аминокислотами с 130 до 212 суточного возраста. В контрольной и опытной группах низко-протеиновый рацион на ячменно-пшеничной основе с добавлением незаменимых аминокислот содержал (г/кг) сырого протеина — 108 г, обменной энергии — 12,5 МДж, лизина — 7,6 г, треонина — 5,4 г, метионина — 5,2 г. В опытной группе в комбикорм вводили жидкий экстракт левзеи, из расчета 190 мг/кг. Скармливание боровкам в период откорма экстракта левзеи способствовало повышению эффективности использования питательных веществ в биосинтетических процессах в организме животных. У боровков опытной группы статистически значимо выше были концентрации в крови общего белка ($P \leq 0,05$), альбумина ($P \leq 0,05$), креатинина ($P \leq 0,05$), активности лактатдегидрогеназы, креатинкиназы, щелочной фосфатазы при более низком уровне мочевины (на 16,1%, $P \leq 0,05$) и глюкозы ($P \leq 0,05$). В опытной группе в период откорма были выше среднесуточные приросты живой массы (на 10,2%, $P \leq 0,05$), выход в туше мышечной ткани ($P \leq 0,05$), индексы постности и мясности и ниже затраты корма ($P \leq 0,05$), сырого протеина ($P \leq 0,05$) и обменной энергии ($P \leq 0,05$) на 1 кг прироста живой массы, выхода подкожной жировой ткани и внутреннего жира в сравнении с контролем. Заключили, что применение экстракта левзеи, содержащего фитоэкидистероиды, на фоне скармливания низко-протеиновых рационов, обогащенных лизином, метионином и треонином, корректирует обменные процессы, стимулирует биосинтез компонентов мяса, и тем самым способствует повышению продуктивности боровков в период откорма.

Ключевые слова: фитоэкидистероиды, экстракт левзеи, боровки, откорм, низко-протеиновые рационы, незаменимые аминокислоты, фитокоррекция обмена веществ, биохимические показатели, продуктивность.

Авторы:

Соловьева Алевтина Геннадьевна — аспирант; e-mail: microbchik@mail.ru;

Еримбетов Кенес Тагаевич — доктор биологических наук; e-mail: erimbetovkt@mail.ru;

Обвинцева Ольга Витальевна — кандидат биологических наук; e-mail: obvintseva.olga@yandex.ru.

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ им. Л.К. Эрнста»; 249013, Россия, Калужская область, город Боровск, поселок ВНИИФБиП животных.

Введение. Откорм свиней — заключительный процесс в производстве свинины. От его правильной организации и биологически полноценной системы питания в значительной степени зависит уровень производства и качество свинины, а также рентабельность отрасли в целом. Цель откорма заключается в получении максимального прироста свиней при наименьшем расходе кормов. Поэтому кормление свиней в этот период должно отличаться исключительно высоким уровнем и полноценностью. Для свиней на откорме очень большое значение имеет балансирование рационов по протеину и незаменимым аминокислотам. Известно, что биологическая ценность протеина опре-

деляется степенью сбалансированности его по незаменимым аминокислотам, а уровень усвояемости аминокислот должен соответствовать потребности животных при минимальном содержании протеина в рационе. В этом случае обеспечивается возможность использования в кормлении свиней более дешевых кормов, в частности, зерна злаковых культур с низким уровнем протеина. Оптимальную потребность в незаменимых аминокислотах у откармливаемых свиней реализуют через так называемые «идеальные белки», в которых сумма незаменимых и заменимых аминокислот в рационе составляет около 10%. Аминокислотный состав накапливаемых в организме белков очень

схож с таковым «идеальных белков». Необходимо также помнить, что потребность в белке (аминокислотах) на поддержание жизни на 50% и более удовлетворяется за счет эндогенных потерь белка. Проблема балансирования аминокислот в основном решается благодаря использованию концепции «идеального белка» и коррекции рациона за счет включения индивидуальных синтетических аминокислот. Например, введение в основной рацион растущих и откармливаемых свиней в небольших количествах соевого шрота и кристаллического лизина, метионина и треонина обеспечивает сбалансированное поступление аминокислот в оптимальных соотношениях в метаболический пул. На основе этой концепции можно установить наиболее эффективные уровни и соотношения незаменимых аминокислот в рационах откармливаемых свиней, а также разработать оптимальные варианты соотношений аминокислот к протеину и обменной энергии [3, 4]. В последние годы были достигнуты определенные успехи в понимании и реализации этой стратегии питания свиней [5, 15]. Тем не менее, генетический потенциал мясной продукции свиней нового поколения, как показывает практика, реализуется недостаточно полно. В связи с этим важным является не только обеспечение организма откармливаемых свиней незаменимыми аминокислотами в оптимальном соотношении, обменной энергии и другими питательными веществами физиологически более адекватных, но и стимулирование биосинтеза компонентов мяса. В качестве средства стимулирующего биосинтетические процессы в организме откармливаемых свиней предлагается фитобиотик левзеи экстракт жидкий. Основными действующими веществами левзеи экстракта является комплекс экидистероидов, которые регулируют метаболические процессы, не являясь при этом истинными гормонами. Физиологические эффекты экидистероидов на организм животных весьма разнообразны. Они регулируют минеральный, углеводный, липидный и белковый обмен, стимулируют кроветворную функцию (эритропоэз) [1, 6, 13]. По данным исследований других авторов, 20-гидроксизексизон усиливает синтез белка путем активации сигналов через PKB/Akt (протеинкиназа B/Akt киназа (RAC-альфа серин/треониновая протеинкиназа) на мишень комплекса рапамицин 1 (mTORC1) [11, 13]. При этом происходит более эффективная трансформация энергии и протеина кормов на синтез и отложения белков в мышечной ткани.

Цель данного исследования — изучение влияния экстракта левзеи, содержащего фитоекидистероиды, на фоне низко-протеиновых рационов, обогащенных незаменимыми аминокислотами, на

продуктивность и обменные процессы у помесных боровков в период откорма.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проведены на боровках, полученных при трехпородной системе скрещивания (ландрас × крупная белая × дюрок), откармливаемых с 130 до 212 суточного возраста. В эксперименте были сформированы 2 группы по 25 голов, каждая с начальной живой массой 56–57 кг. Эксперименты продолжали до достижения живой массы 115–121 кг.

В контрольной и опытной группах низко-протеиновый рацион на ячменно-пшеничной основе с добавлением незаменимых аминокислот состоял из комбикорма с содержанием (г/кг) сырого протеина — 108 г, обменной энергии — 12,5 МДж, лизина — 7,6 г, треонина — 5,4 г, метионина — 5,2 г. В опытной группе в комбикорм вводили жидкий экстракт левзеи, из расчета 190 мг/кг комбикорма.

Во время эксперимента вели клинический осмотр животных, учет потребления корма и исследовали их химический состав. Для оценки роста и развития подопытных животных проводили взвешивание боровков в начале опыта и в конце возрастного периода. В конце опыта был проведен контрольный убой по 5 голов из каждой группы с последующей обвалкой туш и взятием образцов крови и тканей для биохимических исследований. Биохимический статус боровков оценивали на основе определения в сыворотке крови концентрации общего белка, альбуминов, мочевины, креатинина, активности ферментов аспартатаминотрансферазы (АСТ) (КФ 2.6.1.1.), аланинаминотрансферазы (АЛТ) (К.Ф. 2.6.1.2.), гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) (К.Ф. 2.3.2.2.), щелочной фосфатазы (ЩФ) (КФ 3.1.3.1), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) (КФ 1.1.1.27), креатинфосфокиназы (КК) (КФ 2.7.3.2) с использованием набора UTS («Юнимед»). Измерение уровня глюкозы проводили глюкометром Accu-Chek Performa Nano (Германия) в крови. Химический анализ мышечной ткани (сухое вещество, белок, липиды) проводили по общепринятым методам [8]. Содержание общего азота определяли по Кьельдалю на приборе Кьельтек. Для экстракции общих липидов из мышечной ткани использовали метод Фолча [14]. Количество общих липидов определяли гравиметрическим методом. При оценке качества туш и мяса учитывали площадь «мышечного глазка» и толщину шпига [2].

Статистическая обработка результатов исследований была проведена с применением t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна-Уитни. Различия между группами считались статистически значимыми при $P \leq 0,05$ [7].

Результаты исследований. Введение в низко-протеиновые рационы с добавкой незаменимых аминокислот откармливаемых боровков экстракта левзеи оказало корректирующее положительное влияние на продуктивность и обменные процессы. У боровков опытной группы значения абсолютных и среднесуточных приростов живой массы были выше (на 10,2%, $P \leq 0,05$) по сравнению с контролем (табл. 1). Конечная живая масса у боровков в опытной группе была выше (на 4,7%, $P \leq 0,05$), а затраты кормов на 1 кг прироста живой массы ниже на 9,2%, чем в контроле. Аналогичные результаты были отмечены и по затратам сырого протеина и обменной энергии на единицу продукции (табл. 1).

Результаты контрольного убоя свидетельствуют, что в опытной группе по сравнению с контролем статистически значимо ($P \leq 0,05$) был выше выход мышечной ткани, индексы постности и мясности, при значительном снижении выхода подкожной жировой ткани и внутреннего жира. По показателям мясной продуктивности в опытной группе была выше площадь «мышечного глазка» при меньшей толщине шпика над 6–7 грудными позвонками (табл. 2).

Результаты биохимических исследований показали, что скармливание экстракта левзеи в со-

ставе рациона боровкам способствует более эффективному использованию аминокислот в биосинтетических процессах по сравнению с контролем. Более эффективное использование азотистых веществ корма у животных опытной группы по сравнению с контролем обеспечивалось за счет снижения мочевинообразования, на что указывает статистически значимая низкая концентрация в сыворотке крови мочевины — конечного продукта азотистого обмена (табл. 3). У боровков опытной группы содержание мочевины в сыворотке крови было ниже на 16,1% ($P \leq 0,05$) по сравнению с контролем. Более интенсивное расходование аминокислот на синтез белков у боровков, получавших экстракт левзеи, способствовало тому, что меньшая их доля использовалась на окисление с образованием мочевины.

Белки являются дорогими в энергетическом плане: для транспорта одной аминокислоты в клетку требуется 3 молекулы АТФ, а для синтеза одной пептидной связи необходимо около 15 молекул АТФ [10]. Из анализа белкового состава сыворотки крови следует, что при скармливании экстракта левзеи боровкам происходит увеличение белоксинтезирующей активности по сравнению с контролем. У боровков опытной группы содержание общего белка ($P \leq 0,05$), альбумина ($P \leq 0,05$)

Таблица 1. Живая масса, среднесуточный прирост и расход корма у боровков в возрасте 130–212 суток ($M \pm m$, $n=25$)

Показатели	Группы	
	контроль	опыт
Живая масса в начале периода, кг	57,2 $\pm$ 2,0	56,6 $\pm$ 2,2
Живая масса в конце периода, кг	115,9 $\pm$ 1,7	121,3 $\pm$ 1,9*
Прирост живой массы, кг	58,7 $\pm$ 1,8	64,7 $\pm$ 2,0*
Среднесуточный прирост, г	716 $\pm$ 16	789 $\pm$ 21*
Расход корма, кг/ 1 кг прироста	4,34 $\pm$ 0,15	3,94 $\pm$ 0,10*
Расход протеина, г/кг прироста	469,2 $\pm$ 13,3	425,6 $\pm$ 11,5*
Расход ОЭ, МДж/кг прироста	54,3 $\pm$ 1,5	49,4 $\pm$ 1,2*

* $P \leq 0,05$ по t -критерию при сравнении с контролем.

Таблица 2. Результаты контрольного убоя боровков 212 суточного возраста ($M \pm m$, $n=5$)

Показатели	Группы	
	контроль	опыт
Выход в туше, %: мышечной ткани	62,4 $\pm$ 0,9	65,5 $\pm$ 1,0*
жировой ткани	26,0 $\pm$ 1,02	23,2 $\pm$ 0,95
костной ткани	11,6 $\pm$ 1,07	11,3 $\pm$ 1,1
внутреннего жира	2,5 $\pm$ 0,11	2,1 $\pm$ 0,12*
Индекс постности (мякоть/жир)	2,4	2,8
Индекс мясности (мякоть/кости)	5,4	5,8
Толщина шпика, мм	34 $\pm$ 0,8	31 $\pm$ 1,0*
Площадь «мышечного глазка», см ²	53 $\pm$ 0,8	56 $\pm$ 0,9*

* $P \leq 0,05$ по U -критерию при сравнении с контролем.

было выше по сравнению с контролем (табл. 3). Поддержание уровня общего белка в крови достигается изменениями в соотношении суммы активности трансаминаз (АСТ и АЛТ) к ГГТ, минимальное при критическом нижнем уровне белка. По данным активности АСТ, АЛТ и ГГТ и их соотношениям, скормливание экстракта левзеи боровкам способствует (табл. 3) более эффективному использованию аминокислот на отложение белков в организме откармливаемых животных.

Установлено, что креатинфосфокиназная система является важнейшим биоэнергетическим механизмом переноса макроэргических фосфатов и представляет динамичную структуру, осуществляющую транспорт макроэргов внутри клетки от мест синтеза (митохондрии и гликолитическая цепь) к местам потребления. Функция энергетического буфера означает, что креатинкиназа поддерживает отношение $[АТФ] / [АДФ]$ (потенциал фосфорилирования) на высоком уровне в условиях интенсивных биосинтетических процессов. В этой ситуации креатинкиназная реакция становится высокочувствительной к незначительным изменениям энергетического потенциала клетки и позволяет поддерживать биосинтетические процессы в тканях и органах на высоком уровне. В пользу данного утверждения свидетельствуют статистически значимые высокие уровни креатинина и активности ферментов КК и ЩФ в сыворотке крови боровков опытной группы по сравнению с контролем (табл. 3).

Лактатдегидрогеназная система играет регуляторную роль и направленность аэробной и анаэ-

робной фазы энергопродукции в организме животных. Судя по данным высокой активности ЛДГ и низкому уровню глюкозы в крови (табл. 3) скормливание экстракта левзеи боровкам преимущественно сдвигает в сторону наиболее эффективной аэробной фазы энергопродукции и тем самым обеспечивает повышенный уровень биосинтетических процессов химической энергией в форме АТФ и креатинфосфата. Снижение уровня глюкозы в крови у боровков опытной группы по сравнению с контролем может быть следствием ее интенсивного использования на синтез гликогена в печени и мышечной ткани. По литературным данным, фитоэкдистероды у мышей стимулируют в печени использование глюкозы на синтез гликогена [16] и участвуют в регуляции расхода глюкозы в тканях [9].

Изменения в интенсивности и направленности метаболических процессов, вызванные скормливанием экстракта левзеи, обеспечили более высокое содержание белков в мышцах и меньшее отложение липидов в гомогенате мышц по сравнению с контролем (табл. 3). Пониженное отложение липидов и более высокое содержание белков в мышцах у поросят опытной группы обусловлено стимулирующим действием экстракта левзеи на белоксинтезирующую систему и его антилипогенными свойствами.

Расчеты, сделанные на основе учета себестоимости кормов экстракта левзеи и дополнительно полученной продукции, показали, что применение данного фитобиотика обеспечивает дополнительную

Таблица 3. Биохимические показатели организма боровков 212 суточного возраста ($M \pm m$, $n=5$)

Показатели	Группы	
	контроль	опыт
Мочевина в сыворотке крови, ммоль/л	5,6 $\pm$ 0,18	4,7 $\pm$ 0,21*
Креатинин в сыворотке крови, мкмоль/л	135,4 $\pm$ 2,4	147,1 $\pm$ 3,0*
Глюкоза в крови, ммоль/л	5,2 $\pm$ 0,4	4,0 $\pm$ 0,3*
Общий белок в сыворотке крови, г/л	62,6 $\pm$ 0,7	64,8 $\pm$ 0,6*
Альбумин в сыворотке крови, г/л	39,3 $\pm$ 0,3	42,5 $\pm$ 0,4*
Содержание белков в мышцах, г, %	18,5 $\pm$ 0,16	19,2 $\pm$ 0,18*
Содержание липидов в мышцах, г, %	3,4 $\pm$ 0,12	3,0 $\pm$ 0,14*
Отложение липидов, г на кг мышечной массы	120 $\pm$ 2,3	110 $\pm$ 2,8*
АЛТ в сыворотке крови, Ед/л	30,3 $\pm$ 2,1	34,9 $\pm$ 1,9
АСТ в сыворотке крови, Ед/л	36,4 $\pm$ 2,6	44,7 $\pm$ 3,2
ЩФ в сыворотке крови, Ед/л	167,4 $\pm$ 5,6	192,1 $\pm$ 7,4*
КК в сыворотке крови, Ед/л	182,3 $\pm$ 5,7	197,4 $\pm$ 4,3*
ЛДГ в сыворотке крови, Ед/л	370,4 $\pm$ 20,5	490,5 $\pm$ 28,4*
ГГТ в сыворотке крови, Ед/л	47,6 $\pm$ 3,6	39,2 $\pm$ 2,7

* $P \leq 0,05$ по U -критерию при сравнении с контролем.

прибыль по сравнению с контролем в размере 150–300 рублей в расчете на 1 голову, а также при откорме свиней до 212 суток позволяет увеличить получаемую продукцию высокого качества на 7–10%.

Заключение. Таким образом, коррекция продуктивности и обменных процессов в организме

откармливаемых боровков путем добавления в их рацион экдистероидсодержащего препарата экстракта левзеи является эффективным способом повышения количественных и качественных параметров мясной продукции.

Литература

1. Володин В. А., Сидорова Ю. С., Мазо В. К. 20-гидроксизекдизон — растительный адаптоген: анаболическое действие, возможное использование в спортивном питании // Вопросы питания. — 2013. — Т. 82. — № 6. — С. 24–30.
2. Гуменюк Г. А., Черкасская Н. В. Методические рекомендации по исследованию кормов и продуктов животноводства. — Киев: Ураджай, 1977. — 256 с.
3. Еримбетов К. Т., Обвинцева О. В. Современные подходы к нормированию питания молодняка свиней // Научные основы ведения животноводства: сб.н. тр. /ГНУ ВНИИЖ Россельхозакадемии. — Дубровицы: ВНИИЖ. — 2009. — Вып. 65. — С. 173–175.
4. Еримбетов К. Т., Обвинцева О. В., Михайлов В. В. Метаболизм азотистых веществ и формирование продуктивности у молодняка свиней, выращиваемых на низкопротеиновых рационах с различными уровнями и соотношениями незаменимых аминокислот // Проблемы биологии продуктивных животных. — 2011. — № 3. — С. 64–71.
5. Еримбетов К. Т., Обвинцева О. В., Родионова О. Н. Совершенствование системы питания молодняка свиней // Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных: Материалы междунар. научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А. П. Калашникова/ФГБНУ ВИЖ им. Л. К. Эрнста, сост.: Р. В. Некрасов, Е. Н. Делягина, С. А. Никитин. — Дубровицы: ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 13–16 июня 2018. — С. 96–98.
6. Еримбетов К. Т., Обвинцева О. В., Соловьева А. Г. Влияние добавки 20-гидроксизекдизона на метаболизм азотистый метаболизм и продуктивность поросят в период интенсивного выращивания // Проблемы биологии продуктивных животных. — 2019. — № 4. — С. 44–52. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbio.2019.4.44-52.
7. Жаворонков Л.П. Основы прикладной медико-биологической статистики. Методическое пособие. Обнинск: ФГБУ МРНИЦ Минздравсоцразвития России, 2012. — 60 с.
8. Лебедев П.Т., Усович А.Т. Методы исследования кормов и тканей животных. — М.: Россельхозиздат, 1976. — 389 с.
9. Насыров С. С., Хушбактова З. А., Сыров В. Н. Результаты экспериментального изучения фитоэкдистероидов в качестве стимуляторов эритропоэза у лабораторных животных // Эксперим. клинич. фармакол. — 1997. — № 3. — С. 41–45.
10. Рослый И. М., Водолажская М. Г. Сравнительные подходы в оценке состояния человека и животных: 1. цитолитический синдром или фундаментальный механизм? // Вестник ветеринарии. — 2007. — № 43. — С. 63–66.
11. Anthony T. G. Mechanisms of protein balance in skeletal muscle // Domest. Anim. Endocrinol. — 2016. — Vol. 56. — P. S23–S32. 10.1016/j.domaniend.2016.02.012.
12. Anthony T. G., Mirek E. T., Bargoud A. R., Phillipson-Weiner L., DeOliveira C. M., Wetstein B., Graf B. L., Kuhn P. E., Raskin I. Evaluating the effect of 20-hydroxyecdysone (20HE) on mechanistic target of rapamycin complex 1 (mTORC1) signaling in the skeletal muscle and liver of rats // Appl. Physiol. Nutr. Metabol. — 2015. — Vol. 40. — P. 1324–1328.
13. Erimbetov K. T., Obvintseva O. V., Fedorova A. V., Zemlyanoy R. A., Solovieva A. G. Phenotypic regulation of animal skeletal muscle protein metabolism // Ukrainian Journal of Ecology. — 2019. — Vol. 9. — № 4. — С. 651–656.
14. Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G. H. A sample method of the isolation and purification of total lipids from animal tissue // J. of Biol. Chem. 1957. P. 497–509.
15. Li Y. H., Li F. N., Duan Y. H., Guo Q. P., Wen C. Y., Wang W. L., Huang X. G., Yin Y. L. Low-protein diet improves meat quality of growing and finishing pigs through changing lipid metabolism, fiber characteristics, and free amino acid profile of the muscle // J. Anim. Sci. — 2018. — Vol. 96(8). — P. 3221–3232.
16. Yoshida T. Otaka, M. Ushiyama. Effect of ecdysterone on hyperglycemia in experimental animals // Biochem. Pharmacol. — 1971. — Vol. 20. — P. 3263–3268.

Solovieva A., Erimbetov K., Obvintseva O.

Phytocorrection of biochemical status and productivity when fattening barrows on low-protein diets enriched with essential amino acids

Abstract. *The effect of the plant ecdysteroid-containing preparation of Leuzea extract on the metabolism and productivity of barrows (three-breed crossbreeds Landrace × large white × Duroc) during fattening on low-protein diets enriched with essential amino acids from 130 to 212 days old was studied for the first time. In the control and experimental groups, a low-protein barley-wheat diet with the addition of essential amino acids contained (g / kg) crude protein — 108 g, metabolic energy — 12.5 MJ, lysine — 7.6 g, threonine — 5.4 g, methionine — 5.2 g. In the experimental group, liquid extract of leuzea was introduced into the feed, at the rate of 190 mg / kg. Feeding the barrows during the fattening period of the leuzea extract contributed to an increase in the efficiency of the use of nutrients in biosynthetic processes in animals. In the barrows of the experimental group, the concentrations of total protein ($P \leq 0.05$), albumin ($P \leq 0.05$), creatinine ($P \leq 0.05$), lactate dehydrogenase, creatine kinase, alkaline phosphatase activity at a lower level were statistically significantly higher urea (16.1%, $P \leq 0.05$) and glucose ($P \leq 0.05$). In the experimental group, during the period of fattening, the average daily gain in live weight was higher (by 10.2%, $P \leq 0.05$), the yield in the carcass of muscle tissue ($P \leq 0.05$), the indices of lean and meatiness, and lower the cost of feed ($P \leq 0.05$), crude protein ($P \leq 0.05$) and exchange energy ($P \leq 0.05$) per 1 kg of gain in live weight, output of subcutaneous adipose tissue and internal fat in comparison with the control. It was concluded that the use of a leuzea extract containing phytoecdysteroids, while feeding low-protein diets enriched with lysine, methionine and threonine, corrects metabolic processes, stimulating the biosynthesis of meat components, and thereby contributes to an increase in the productivity of barrows during fattening.*

Key words: phytoecdysteroids, leuzea extract, boars, fattening, low-protein diets, essential amino acids, phytocorrection of metabolism, biochemical parameters, productivity.

Authors:

Solovieva A. — post-graduate student; e-mail: microbchik@mail.ru;

Erimbetov K. — Dr. Habil. (Biol. Sci.); e-mail: erimbetovkt@mail.ru;

Obvintseva O. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: obvintseva.olga@yandex.ru.

All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition — a branch of the Federal Scientific Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, 249013, Russia, Kaluga Region, Borovsk, the village of Institute.

References

1. Volodin V. A., Sidorova Yu. S., Maso V. K. 20-hydroxyecdysone — a plant adaptogen: anabolic effect, possible use in sports nutrition // Nutrition Issues. — 2013. — T. 82. — №. 6. — P. 24–30.
2. Gumenyuk G.A., Cherkasskaya N.V. Guidelines for the study of feed and animal products. — Kiev: Ura-jay, 1977. — 256 p.
3. Erimbetov K. T., Obvintseva O. V. Modern approaches to rationing the nutrition of young pigs / Scientific fundamentals of livestock: sb.n. tr / GNU VNIIZh Agricultural Academy. — Dubrovitsy: VNIIZh. — 2009. — Vol. 65. — P. 173–175.
4. Erimbetov K. T., Obvintseva O. V., Mikhailov V. V. Metabolism of nitrogenous substances and the formation of productivity in young pigs raised on low protein diets with different levels and ratios of essential amino acids // Problems of the biology of productive animals. — 2011. — No. 3. — P. 64–71.
5. Erimbetov K. T., Obvintseva O. V., Rodionova O. N. Improving the nutrition system of young pigs // Fundamental and applied aspects of feeding farm animals: Materials of the international. scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of A.P. Kalashnikov / FSBI VIZH them. L. K. Ernst, comp.: R. V. Nekrasov, E. N. Delyagina, S. A. Nikitin. — Dubrovitsy: FSBI Federal Research Center VIZH them. L. K. Ernst, June 13–16, 2018. — P. 96–98.

6. Erimbetov K. T., Obvintseva O. V., Solovyova A. G. The effect of the addition of 20-hydroxyecdysone on the metabolism of nitrogen metabolism and productivity of piglets during the period of intensive cultivation // Problems of Biology of Productive Animals. — 2019. — №. 4. — P. 44–52. DOI: 10.25687 / 1996-6733.prodanimbiol.2019.4.44-52.
7. Zhavoronkov L. P. Fundamentals of applied biomedical statistics. Toolkit. Obninsk: Federal State Budgetary Institution MRRC of the Ministry of Health and Social Development of Russia. — 2012. — 60 p.
8. Lebedev P. T., Usovich A. T. Research methods for animal feed and tissue. — M.: Rosselkhozizdat, 1976. — 389 p.
9. Nasyrov S. S., Khushbaktova Z. A., Syrov V. N. The results of an experimental study of phytoecdysteroids as stimulators of erythropoiesis in laboratory animals // Experiment. The Clinic. Pharmacol. — 1997. — № 3. — P. 41–45.
10. Rosly I. M., Vodolazhskaya M. G. Comparative approaches in assessing the state of humans and animals: 1. cytolytic syndrome or fundamental mechanism? // Bulletin of Veterinary Medicine. — 2007. — No. 43. — P. 63–66.
11. Anthony T. G. Mechanisms of protein balance in skeletal muscle // Domest. Anim. Endocrinol. — 2016. — Vol. 56. — P. S23–S32. 10.1016/j.domaniend.2016.02.012.
12. Anthony T. G., Mirek E. T., Bargoud A. R., Phillipson-Weiner L., DeOliveira C. M., Wetstein B., Graf B. L., Kuhn P. E., Raskin I. Evaluating the effect of 20-hydroxyecdysone (20HE) on mechanistic target of rapamycin complex 1 (mTORC1) signaling in the skeletal muscle and liver of rats // Appl. Physiol. Nutr. Metabol. — 2015. — Vol. 40. — P. 1324–1328.
13. Erimbetov K. T., Obvintseva O. V., Fedorova A. V., Zemlyanoy R. A., Solovieva A. G. Phenotypic regulation of animal skeletal muscle protein metabolism // Ukrainian Journal of Ecology. — 2019. — Vol. 9. — № 4. — P. 651–656.
14. Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G. H. A sample method of the isolation and purification of total lipids from animal tissue // J. of Biol. Chem. 1957. P. 497–509.
15. Li Y. H., Li F. N., Duan Y. H., Guo Q. P., Wen C. Y., Wang W. L., Huang X. G., Yin Y. L. Low-protein diet improves meat quality of growing and finishing pigs through changing lipid metabolism, fiber characteristics, and free amino acid profile of the muscle // J. Anim. Sci. — 2018. — Vol. 96(8). — P. 3221–3232.
16. Yoshida T. Otaka, M. Ushiyama. Effect of ecdysterone on hyperglycemia in experimental animals // Biochem. Pharmacol. — 1971. — Vol. 20. — P. 3263–3268.