

# **ВЫРАЩИВАНИЕ ПОРОСЯТ НА НИЗКОПРОТЕИНОВЫХ РАЦИОНАХ, ОБОГАЩЁННЫХ НЕЗАМЕНИМЫМИ АМИНОКИСЛОТАМИ С ДОБАВКОЙ ЭКСТРАКТА ЛЕВЗЕИ**

<sup>1</sup>Еримбетов К.Т., <sup>2</sup>Обвинцева О.В., <sup>2</sup>Соловьева А.Г., <sup>3</sup>Михайлов В.В.

<sup>1</sup>ООО Научно-исследовательский центр «Парк активных молекул»;

<sup>2</sup>ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных - филиал ФНЦ животноводства - ВИЖ им. Л.К. Эрнста; <sup>3</sup>Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина

Цель работы – изучение влияния низкопротеиновых рационов, обогащённых незаменимыми аминокислотами и экстрактом левзеи, содержащим фитоэкдистероиды, на рост и развитие поросят – трёхпородных помесей ландрас × крупная белая × дюрок в период выращивания с 60- до 120-сут. возраста при достижении живой массы 52-56 кг. В контрольной и опытной группах низко-протеиновый рацион состоял из комбикорма с содержанием (г/кг) сырого протеина – 124-125 г, лизина – 9,9 г, треонина – 6,4 г, метионина – 6,2 г и обменной энергии – 13,0 МДж/кг; в опытной группе в комбикорм вводили жидкий экстракт левзеи, из расчёта 190 мг/кг. В опытной группе в период выращивания в сравнении с контролем были выше среднесуточные приросты живой массы (на 15,4%,  $P<0,05$ ), выход мякоти ( $P<0,05$ ), индексы постности и мясности и ниже – затраты корма ( $P<0,05$ ), сырого протеина ( $P<0,05$ ) и обменной энергии ( $P<0,05$ ) на 1 кг прироста живой массы, а также выход подкожной жировой ткани ( $P<0,05$ ) и внутреннего жира. Скармливание поросятам добавки экстракта левзеи способствовало повышению белоксинтезирующей активности печени. У поросят опытной группы были выше концентрация в крови общего белка ( $P<0,05$ ) и альбуминов ( $P<0,05$ ) при более низком содержании мочевины (на 29%,  $P<0,05$ ) и глюкозы ( $P<0,05$ ). Заключение, что применение добавки экстракта левзеи, содержащего растительные адаптогены фитоэкдистероиды, на фоне скармливания низкопротеиновых рационов, обогащённых лизином, метионином и треонином, способствует у поросят в период выращивания повышению показателей роста, эффективности использования корма и мясной продуктивности

*Ключевые слова:* поросята, низкопротеиновые рационы, незаменимые аминокислоты, экстракт левзеи, экдистероиды, биохимический состав крови, мясная продуктивность

*Проблемы биологии продуктивных животных, 2019, 4: 73-80*

## **Введение**

При интенсивном ведении свиноводства решающим фактором получения высокой продуктивности при минимальных затратах корма на единицу продукции является система полноценного питания, в которой первостепенное значение отводится обеспечению потребности в протеине с учётом его качества. Избыток протеина и аминокислот в рационах животных отрицательно сказывается на их здоровье, на продуктивности и не оправдывается экономически. Поэтому очень важно добиваться не только улучшения обеспеченности организма растущих свиней аминокислотами, но и соблюдения их оптимального соотношения, что является одним из важнейших факторов повышения эффективности использования азотистых веществ и повышения продуктивности (Черепанов, Кальницкий, 1998; Рядчиков, 1999; Кальницкий, Калашников, 2006; Stein et al., 2007; Kampman et al., 2013; Tous et al., 2014).

В настоящее время усилия исследователей направлены на совершенствование системы питания свиней на основе новых подходов к оценке питательности кормов и рационов. Биологическая ценность протеина определяется степенью сбалансированности его по

незаменимым аминокислотам при минимальном содержании протеина и оптимальном уровне энергии в рационе (Еримбетов, 2007; Еримбетов и др., 2011, 2018; Liu et al., 2015; Kim et al., 2019). Для зоотехнической практики особенно важное значение имеет разработка комбикормов с оптимальным содержанием протеина, энергии, незаменимых аминокислот, биологически активных веществ, позволяющих получать высокие среднесуточные приросты живой массы, повышать эффективность биоконверсии корма на единицу продукции и качество мяса (Ниязов и др., 2007; Пьянкова и др., 2015; Обвинцева и др., 2016; Соловьева и др., 2019).

Одним из способов получения высококачественной свинины с предпочтительным белковым и липидным составом в мясе является применение в кормлении молодняка низкопротеиновых рационов с оптимальным уровнем и соотношением незаменимых аминокислот, обогащённых биологически активными веществами. Одним из перспективных фитобиотиков, получаемых из корней и корневищ левзеи сафлоровидной является экидистероид-содержащий препарат – экстракт левзеи. В процессе экспериментальных исследований обнаружены адаптогенные эффекты, с которыми связана анаболическая активность левзеи, в том числе увеличение массы тела и общего количества белка в почках, сердце и печени (Володин, 2013). В последние годы исследуются физиологических эффектов фитоекидистероидов в организме различных видов животных и человека в норме и при различных функциональных нарушениях (Gorelick-Feldman et al., 2008; Cohick et al., 2010; Kumar et al., 2013; Anthony et al., 2015, 2016; Фёдорова и др., 2018).

Цель данной работы – изучение влияния добавки экстракта левзеи, содержащего фитоекидистероиды, на фоне низкопротеиновых рационов, обогащённых незаменимыми аминокислотами, на рост и обменные процессы у помесных поросят в период выращивания.

### **Материал и методы**

Эксперимент был проведен на помесных поросятах – помесях ландрас × крупная белая × дюрок, в период выращивания. В возрасте 58-60 сут. были сформированы 2 группы по 40 голов каждая с начальной живой массой 19-21 кг. Эксперименты продолжались до достижения живой массы 52-56 кг. В контрольной и опытной группах низко-протеиновый рацион с добавкой незаменимых аминокислот состоял из комбикорма, содержащего шрот соевый, масло растительное, муку известняковую, фосфат обесфторенный, соль поваренную, минерально-витаминный комплекс, при содержании (г/кг) сырого протеина – 124-125 г, лизина – 9,9 г, треонина – 6,4 г, метионина – 6,2 г и обменной энергии – 13,0 МДж/кг. В опытной группе в комбикорм вводили жидкий экстракт левзеи, из расчёта 190 мг/кг (табл. 1).

В ходе эксперимента вели учет потребления корма и основных питательных веществ, взвешивание поросят проводили в начале опыта и в конце периода выращивания. В конце эксперимента провели контрольный убой по 5 голов из каждой группы с последующей обваловкой туш и взятием образцов крови и тканей для биохимического исследования. В сыворотке крови были определены: общий белок и альбумин – биуретовым методом; концентрация мочевины – диацетилмонооксимным методом с помощью набора UREA 450 «Лахема»; содержание креатинина в плазме крови – по реакции Яффе в щелочном пикрате (Лемперт М.Д. Биохимические методы исследования. Кишинев, 1968).

Измерение уровня глюкозы в крови проводили глюкометром Accu-Chek Performa Nano (Германия). Химический анализ мышечной ткани (сухое вещество, белок, липиды) проводили по общепринятым методам. Содержание общего азота определяли по Кьельдалю на приборе Кьельтек. Для экстракции общих липидов из крови, органов и тканей использовали метод Фолча. Количество общих липидов определяли гравиметрическим методом. При оценке качества туш и мяса учитывали площадь «мышечного глазка» и толщину шпига.

*Таблица 1. Состав и питательность комбикормов для поросят в возрасте 60-120 сут.*

| Компоненты, %                 | Группы   |                      |
|-------------------------------|----------|----------------------|
|                               | контроль | опыт                 |
| Пшеница                       | 20,0     | 20,0                 |
| Ячмень                        | 68,5     | 68,5                 |
| Отруби пшеничные              | 2,0      | 2,0                  |
| Добавка                       | 9,5      | 9,5                  |
| Экстракт левзеи               | -        | 190 мг/кг комбикорма |
| В 1 кг комбикорма содержится: |          |                      |
| Обменной энергии, МДж         | 13,0     | 13,0                 |
| Сырого протеина, г            | 124      | 125                  |
| Лизина, г                     | 9,9      | 9,9                  |
| Метионина + цистина, г        | 6,2      | 6,2                  |
| Треонина, г                   | 6,4      | 6,4                  |
| Кальция, г                    | 8,0      | 8,0                  |
| Фосфора, г                    | 5,9      | 5,9                  |

### Результаты и обсуждение

Введение в состав комбикорма помесных поросят экистероид-содержащего компонента – экстракта левзеи оказало положительное влияние на процессы роста, развития и метаболизма. При скормлинии экстракта левзеи в составе комбикорма абсолютные и среднесуточные приросты живой массы поросят были выше (на 15,5 и 15,4%,  $P<0.05$ ) в сравнении с контролем (табл. 2).

*Таблица 2. Живая масса, среднесуточный прирост живой массы и расход корма по группам в возрасте 60-120 сут. ( $M\pm m$ ,  $n=40$ )*

| Показатели                        | Группы          |                  |
|-----------------------------------|-----------------|------------------|
|                                   | контроль        | опыт             |
| Живая масса в начале периода, кг  | 19,0 $\pm$ 0,42 | 18,3 $\pm$ 0,57  |
| Живая масса в конце периода, кг   | 53,2 $\pm$ 0,89 | 57,8 $\pm$ 0,91* |
| Прирост живой массы, кг           | 34,2 $\pm$ 1,1  | 39,5 $\pm$ 1,4*  |
| Среднесуточный прирост ЖМ, г      | 570 $\pm$ 18    | 658 $\pm$ 25*    |
| Расход корма, кг/кг прироста ЖМ   | 2,85 $\pm$ 0,11 | 2,47 $\pm$ 0,10* |
| Расход протеина, г/кг прироста ЖМ | 353 $\pm$ 10    | 308 $\pm$ 10*    |
| Расход ОЭ, МДж/кг прироста ЖМ     | 37,1 $\pm$ 1,6  | 32,1 $\pm$ 1,3*  |

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

В опытной группе было больше ( $P<0,05$ ) количество мякоти (на 6,8%), выше индексы постности (на 28,2%) и мясности (на 18,5%) при значительном снижении выхода подкожной жировой ткани (на 16,6%) и внутреннего жира. По показателям мясной продуктивности в опытной группе была выше площадь «мышечного глазка» (на 33,3%) при меньшей толщине шпига над 6-7 грудными позвонками (табл. 3).

Химический состав мякоти, в частности, содержание липидов и белков, является не менее важной качественной характеристикой мясной продуктивности. В опытной группе было высокое содержание белков в мышцах (на 6,5 %) и меньшее отложение липидов (на 8,5 %) в гомогенате мышц в сравнении с контролем (табл. 4). Сниженное 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. Об этом свидетельствует и низкий уровень мочевины в крови, что свидетельствует о повышении эффективности использования азотистых веществ в организме поросят, получавших экстракт левзеи.

В конце опыта живая масса у поросят в опытной группе была выше (на 8,6%,  $P<0.05$ ), а затраты кормов на 1 кг прироста живой массы ниже на 13% в сравнении с контролем.

Аналогичные данные были полученные и по затратам сырого протеина и обменной энергии на кг прироста живой массы (табл. 2).

**Таблица 3. Результаты контрольного убоя  
в возрасте 120 сут. (M±m, n=5)**

| Показатели                                  | Группы    |            |
|---------------------------------------------|-----------|------------|
|                                             | контроль  | опыт       |
| Выход в туше, %:                            |           |            |
| мышечной ткани                              | 66,5±1,1  | 71,0±1,2*  |
| жировой ткани                               | 17,5±0,9  | 14,6±0,8*  |
| костной ткани                               | 16,0±1,1  | 14,4±1,2   |
| внутреннего жира                            | 1,44±0,07 | 1,20±0,05* |
| Индекс постности (мякоть/жир)               | 3,79      | 4,86       |
| Индекс мясности (мякоть/кости)              | 4,16      | 4,93       |
| Толщина шпика, мм                           | 14,0±1,2  | 10±1*      |
| Площадь «мышечного глазка», см <sup>2</sup> | 30±3,0    | 40±2,1*    |

Примечание: \*P<0,05 по U-критерию при сравнении с контролем.

Более интенсивное расходование аминокислот на синтез белков (главным образом – белков мышц) в опытной группе способствовала извлечению из общего метаболического пула значительной части аминокислот, вследствие чего меньшая их доля использовалась на окисление с образованием мочевины. С другой стороны, в сыворотке крови животных опытной группы было более высокое содержания общего белка и креатинина, который, по нашим данным (Еримбетов, 2018), положительно коррелирует с массой мышц (табл. 4).

**Таблица 4. Биохимические показатели крови у поросят  
120 сут. возраста (M±m, n =5).**

| Показатели                                           | Группы    |             |
|------------------------------------------------------|-----------|-------------|
|                                                      | контроль  | опыт        |
| Мочевина в сыворотке крови, мМ                       | 3,80±0,19 | 2,70±0,24*  |
| Креатинин в сыворотке крови, мкМ                     | 105,2±4,2 | 130,6±6,5** |
| Глюкоза в крови, мМ                                  | 5,7±0,5   | 4,2±0,4*    |
| Общий белок, г/л                                     | 58,9±1,2  | 63,7±1,4*   |
| Альбумин, г/л                                        | 38,2±0,5  | 41,5±0,6**  |
| Содержание белков в мышцах, г/100 г                  | 19,3±0,3  | 20,6±0,2*   |
| Содержание липидов в длиннейшей мышце спины, г/100 г | 2,3±0,1   | 1,9±0,1*    |
| Отложение липидов, г/кг мышечной массы               | 93,4±2,3  | 86,1±1,9*   |

Примечания: здесь и далее в табл.: \*P<0,05; \*\*P<0,01 по U-критерию при сравнении с контролем.

По данным анализа белкового состава сыворотки крови и уровня глюкозы следует, что скормливание в составе комбикорма левзеи экстракта поросётам способствует повышению белоксинтезирующей и гликогенсинтезирующей активности печени. У поросят опытной группы концентрация общего белка (на 8,1 %), альбуминов (на 8,6 %) была выше, а уровень глюкозы в крови ниже (на 26,3 %) по сравнению с контролем (табл. 4). По литературным данным, фитозкдистероды у мышёй стимулируют в печени использование глюкозы на синтез гликогена (Yoshida et al., 1971) и участвуют в регуляции расхода глюкозы в тканях (Насыров и др., 1997).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что применение экстракта левзеи в составе комбикорма способствует более эффективному использованию аминокислот на синтез и отложение белков в организме поросят. и при выращивании поросят до 120-сут. возраста позволяет увеличить на 15% выход мясной продукции высокого качества.

## Заключение

В проведенном исследовании у поросят в период выращивания выявлен выраженный азотсберегающий эффект и стимулирующее влияние на биосинтез компонентов мяса добавки экстракта левзеи, содержащего растительные адаптогены экидистероиды.

Животные, получавшие экстракт левзеи, по интенсивности роста, мясным качествам, эффективности использования питательных веществ в организме, содержанию белков и липидов в мышечной ткани, а также по затратам кормов, сырого протеина и обменной энергии на кг прироста живой массы тела превосходили поросят из контрольной группы. Применение добавки экстракта левзеи на фоне скармливания низкопротеиновых рационов, обогащённых лизином, метионином и треонином, способствует улучшению показателей роста, эффективности использования корма и выхода мясной продукции высокого качества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Володин В.А., Сидорова Ю. С., Мазо В.К. 20-гидроксиэкидизон – растительный адаптоген: анаболическое действие, возможное использование в спортивном питании // Вопросы питания. – 2013. – Т. 82. – № 6. – С.24-30.
2. Еримбетов К.Т. Метаболизм белков у растущих бычков и свиней и факторы его регуляции: автореф. дисс...д.б.н. – Боровск, 2007. – 29 с.
3. 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.
4. Еримбетов К.Т., Обвинцева О.В., Михайлов В.В. Особенности метаболизма и формирования мясной продуктивности у свиней разных генотипов // Проблемы биологии продуктивных животных – 2018 – № 1 – С. 51-63.
5. Кальницкий Б.Д., Калашников В.В. Современные подходы к разработке системы питания животных и реализации биологического потенциала их продуктивности // Вестник РАСХН. – 2006. – № 2. – С. 78-80.
6. Насыров С.С., Хушбакова З.А., Сыров В.Н. Результаты экспериментального изучения фитоэкидистероидов в качестве стимуляторов эритропоэза у лабораторных животных // Эксперим. клинич. фармакол. – 1997. – № 3. – С. 41-45.
7. Пьянкова Е.В., Еримбетов К.Т., Дудин В.И. Оценка протеинового питания поросят-помесей и коррекция аминокислотного состава рациона с учётом соотношения незаменимых аминокислот в стенке кишечника // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2015. – № 1. – С. 84-95.
8. Обвинцева О.В., Еримбетов К.Т., Ниязов Н.С.-А. Новая добавка к корму свиней в период откорма // Зоотехния. – 2016. – № 9. – С. 17-19.
9. Рядчиков В.Г. Рациональное использование белка – концепция «идеального» протеина // В сб.: Научные основы ведения животноводства и кормопроизводства. – Краснодар: Сев. Кавказ. НИИ животноводства, 1999. – С. 192-208.
10. Соловьёва А.Г., Еримбетов К.Т., Обвинцева О.В. Разработка оригинальной добавки к корму поросят в период выращивания // Сборник трудов Краснодарского Научного Центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2019. – Т. 8. – № 2. – С. 225-230. DOI:10.34617/em2b-ex15.
11. Фёдорова А.В., Еримбетов К.Т., Бондаренко Е.В., Гончарова А.Я., Фрог Е.С. Разработка наноразмерной формы 20-гидроксиэкидизона // Эксперим. клин. фармакол. – 2018. – Т. 81. – С. 254.
12. Черепанов Г.Г., Кальницкий Б.Д. Современные подходы к оценке потребности в питательных веществах и энергии // В кн.: Методы исследования питания сельскохозяйственных животных. – Боровск: ВНИИФБиП, 1998. – С. 202-250.
13. Anthony T.G. Mechanisms of protein balance in skeletal muscle // Domest. Anim. Endocrinol. – 2016. – Vol. 56. – P. S23–S32. DOI: 10.1016/j.domaniend.2016.02.012.
14. 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.
15. Cohick W., Raskin I., Gorelick-Feldman J. Ecdysteroids elicit a rapid Ca(2+) flux leading to Akt activation and increased protein synthesis in skeletal muscle cells // Steroids. – 2010. – Vol. 75. – No. 10. – P. 632-637.

16. Gorelick-Feldman J., Maclean D., Ilic N., Poulev A., Lila M.A., Cheng D., Raskin I. Phytoecdysteroids increase protein synthesis in skeletal muscle cells // *J. Agric. Food Chem.* – 2008. – Vol. 56. – No. 10. – P. 3532-3537.
17. Kampman H.E., Gerrits W.J.J., Peet-Schwering C.M.C., Jansman A.J.M., Borne J.J.G. A simple amino acid-response method to quantify amino acid requirements of individual meal-fed pigs // *J. Anim. Sci.* – 2013. – Vol. 91. – P. 4788-4796.
18. Kim S.W., Chen H., Parnsen W. Regulatory role of amino acids in pigs fed on protein-restricted diets // *Curr Protein Pept Sci.* – 2019. – Vol. 20. – No. 2. – P. 132-138.
19. Kumar R.N., Sundaram R., Shanthi P. Protective role of 20-OH ecdysone on lipid profile and tissue fatty acid changes in streptozotocin induced diabetic rats // *Europ. J. Pharmac.* – 2013. – Vol. 698. – Issu. 1-3. – P. 489-498.
20. 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. – No. 8. – P. 3221-3232.
21. Liu Y., Kong X., Jiang G., Tan B., Deng J., Yang X., Li F., Xiong X., Yin Y. Effects of dietary protein/energy ratio on growth performance, carcass trait, meat quality, and plasma metabolites in pigs of different genotypes // *J. Anim. Sci. Biotech.* – 2015. – Vol. 6. – No. 36. – P. 234-244.
22. Stein H.H., Sève B., Fuller M.F., Moughan P.J., de Lange C.F.M. Invited review: Amino acid bioavailability and digestibility in pig feed ingredients: Terminology and application // *J. Anim. Sci.* – 2007. – Vol. 85. – P. 172-180.
23. Tous N., Lizardo R., Vilá B., Gispert M., Fonti-i-Furnols M., Esteve-Garcia E. Effect of reducing dietary protein and lysine on carcass characteristics, intramuscular fat, and fatty acid profile of finishing barrows // *J. Anim. Sci.* – 2014. – Vol. 92. – P. 129-140.
24. Yoshida T., Otaka, M., Ushiyama. Effect of ecdysterone on hyperglycemia in experimental animals // *Biochem. Pharmacol.* – 1971. – Vol. 20. – P. 3263-3268.

#### REFERENCES

1. Anthony T.G. Mechanisms of protein balance in skeletal muscle. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2016, 56: S23-S32. DOI: 10.1016/j.domaniend.2016.02.012.
2. 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, 40: 1324-1328.
3. Cherepanov G.G., Kal'nitskii B.D. [Modern approaches to assessing the need for nutrients and energy]. In: *Metody issledovaniy pitaniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Research Methods for Farm Animal Nutrition). Borovsk: VNIIFBiP Publ., 1998, P. 202-250. (In Russian)
4. Cohick W., Raskin I., Gorelick-Feldman J. Ecdysteroids elicit a rapid Ca(2+) flux leading to Akt activation and increased protein synthesis in skeletal muscle cells. *Steroids.* 2010, 75(1): 632-637.
5. Erimbetov K.T. *Metabolizm belkov u rastushchikh bychkov i svinei i faktory ego regulyatsii* (Protein metabolism in growing gobies and pigs and factors of its regulation). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Biol., Borovsk, 2007, 29 p. (In Russian)
6. Erimbetov K.T., Obvintseva O.V., Mikhailov V.V. [Metabolism of nitrogenous substances and the formation of productivity in pigs growing on low protein diets with different levels and ratios of essential amino acids]. *Problemy biologii productivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2011, 3: 64-71. (In Russian)
7. Erimbetov K.T., Obvintseva O.V., Mikhailov V.V. [Features of the metabolism and formation of meat productivity in pigs of different genotypes]. *Problemy biologii productivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2018, 1: 51-63. (In Russian)
8. Fedorova A.V., Erimbetov K.T., Bondarenko E.V., Goncharova A.Ya., Frog E.S. [Development of a nanoscale form of 20-hydroxyecdysone]. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya - Experimental and Clinical Pharmacology.* 2018, 81: 254. (In Russian)
9. Gorelic-Feldman J., Maclean D., Ilic N., Poulev A., Lila M.A., Cheng D., Raskin I. Phytoecdysteroids increase protein synthesis in skeletal muscle cells. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56(1): 3532-3537.

10. Kal'nitskii B.D., Kalashnikov V.V. [Modern approaches to the development of animal nutrition systems and the implementation of the biological potential of their productivity]. *Vestnik Rossiiskoi akademii selskokhozyaistvennykh nauk - Bull. Russ. Acad. Agric. Sci.* 2006, 2 78-80.)
11. Kampman H.E., Gerrits W.J.J., Peet-Schwering C.M.C., Jansman A.J.M., Borne J.J.G. A simple amino acid-response method to quantify amino acid requirements of individual meal-fed pigs. *J. Anim. Sci.* 2013, 91: 4788-4796.
12. Kim S.W., Chen H., Parnsen W. Regulatory role of amino acids in pigs fed on protein-restricted diets. *Curr. Protein Pept. Sci.* 2019, 20(2): 132-138.
13. Kumar R.N., Sundaram R., Shanthi P. Protective role of 20-OH ecdysone on lipid profile and tissue fatty acid changes in streptozotocin induced diabetic rats. *Eur. J. Pharmacol.* 2013, 698(1-3): 489-498.
14. 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, 96(8): 3221-3232.
15. Liu Y., Kong X., Jiang G., Tan B., Deng J., Yang X., Li F., Xiong X., Yin Y. Effects of dietary protein/energy ratio on growth performance, carcass trait, meat quality, and plasma metabolites in pigs of different genotypes. *J. Anim. Sci. Biotech.* 2015, 36(6): 234-244.
16. Nasyrov S.S., Khushbaktova Z.A., Syrov V.N. [The results of an experimental study of phytoecdysteroids as stimulants of erythropoiesis in laboratory animals]. *Ekspperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya - Experimental and Clinical Pharmacology.* 1997, 3: 41-45. (In Russian)
17. Obvintseva O.V., Erimbetov K.T., Niyazov N.S.-A. [New feed supplement for pigs during fattening]. *Zootekhnika - Zootechnics.* 2016, 9: 17-19. (In Russian)
18. P'yankova E.V., Erimbetov K.T., Dudin V.I. [Evaluation of protein nutrition of crossbreeding pigs and correction of the amino acid composition of the diet, taking into account the ratio of essential amino acids in the intestinal wall]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2015, 1: 84-95. (In Russian)
19. Ryadchikov V.G. [Efficient protein use - the ideal protein concept]. In: *Nauchnye osnovy vedeniya zhivotnovodstva i kormoproizvodstva* (Scientific principles of livestock and feed production). Krasnodar: Sev. Kavkaz. Institute of Animal Husbandry Publ., 1999, P. 192-208. (In Russian)
20. Solov'eva A.G., Erimbetov K.T., Obvintseva O.V. [Development of an original feed additive for piglets during the growing period]. *Trudy Krasnodarskogo Nauchnogo Tsentra po zootekhnii i veterinarii - Proc. Krasnodar Science Center for Zootechnics and Veterinary Medicine.* 2019, 8(2): 225-230. DOI:10.34617/em2b-ex15. (In Russian)
21. Stein H.H., Sève B., Fuller M.F., Moughan P.J., de Lange C.F.M. Invited review: Amino acid bioavailability and digestibility in pig feed ingredients: Terminology and application. *J. Anim. Sci.* 2007, 85: 172-180.
22. Tous N., Lizardo R., Vilá B., Gispert M., Fonti-i-Furnols M., Esteve-Garcia E. Effect of reducing dietary protein and lysine on carcass characteristics, intramuscular fat, and fatty acid profile of finishing barrows. *J. Anim. Sci.* 2014, 92: 129-140.
23. Volodin V.A., Sidorova Yu. S., Mazo V.K. [20-hydroxyecdysone - a plant adaptogen: anabolic effect, possible use in sports nutrition]. *Voprosy pitaniya - Problems of Nutrition.* 2013, 82(6): 24-30. (In Russian)
24. Yoshida T., Otaka, M., Ushiyama. Effect of ecdysterone on hyperglycemia in experimental animals. *Biochem. Pharmacol.* 1971, 20: 3263-3268.

# Effects of low protein diets enriched with essential amino acids and Leuzea extract in the growing pigs

<sup>1</sup>Erimbetov K.T., <sup>1</sup>Obvintseva O.V., <sup>2</sup>Solov'eva A.G., <sup>3</sup>Mikhailov V.V.

<sup>1</sup>Research Center Park of Active Molecules, Obninsk; <sup>2</sup>Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition, Borovsk, Kaluga oblast; <sup>3</sup>DerzhavinTambov State University, Tambov, Russian Federation

**ABSTRACT.** The aim was to study the effects of low-protein diets enriched with essential amino acids and Leuzea extract (LE) in piglets – crossbreds Landrace × Large White × Duroc during the growing period from 60- to 120-day when reaching live weight 52-56 kg. In the control and experimental groups, the low protein diet consisted of compound feed with levels of crude protein 124-125 g, metabolizable energy 13.0 MJ, lysine 9.9 g, threonine 6.4 g, methionine 6.2 g/kg. In the experimental group, liquid LE additive containing phytoecdysteroids was introduced into the feed at the dose 190 mg/kg of feed. In the experimental group vs control, there were an increase in the average daily live weight gain (LWG) (by 15.4%,  $P<0.05$ ), flesh yield ( $P<0.05$ ), meat indices and a decrease in feed costs ( $P<0.05$ ), consumption of crude protein ( $P<0.05$ ) and metabolizable energy ( $P<0.05$ ) per 1 kg of LWG, the yield of subcutaneous adipose tissue ( $P<0.05$ ) and internal fat in comparison with control. Feeding piglets supplements of LE contributed to an increase in protein synthesizing activity of the liver. Piglets of the experimental group had a higher blood concentration of total protein ( $P<0.05$ ) and albumin ( $P<0.05$ ) with a lower level of urea (by 29%,  $P<0.05$ ) and glucose ( $P<0.05$ ). Concluded that the use of a supplement of LE containing plant adaptogens phytoecdysteroids, while feeding low protein diets enriched with lysine, methionine and threonine, promoted growth rate, the efficiency of feed use and meat productivity of piglets during the growing period.

*Key words:* piglets, low protein diets, essential amino acids, Leuzea extract, ecdysteroids, blood biochemical composition, meat productivity

**Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2018, 4: 73-80**

Поступило в редакцию: 14.10.2019

Получено после доработки: 04.11.2019

**Еримбетов Кенес Тагаевич**, д.б.н., рук. отд., тел. 8(919)031-50-34; erimbetovkt@mail.ru  
**Обвинцева Ольга Витальевна**, к.б.н., м.н.с., тел. 8(903)814-79-76; obvintseva.olga@yandex.ru  
**Соловьева Алевтина Геннадьевна**, асп., тел. 8(909)252-42-22; microbchik@mail.ru  
**Михайлов Виталий Васильевич**, д.б.н., проф., тел. 8(962)219-25-07, zzz068@mail.ru