

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ 20-ГИДРОКСИЭКДИСТЕРОНА НА
МЕТАБОЛИЗМ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ У ПОРОСЯТ В ПЕРИОД
ИНТЕНСИВНОГО РОСТА**

¹Еримбетов К.Т., ²Обвинцева О.В., ³Михайлов В.В.

¹НИТИЦ превентивной информационной медицины;

²ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФИЦ
животноводства – ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской области;

³Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина

Одним из способов воздействия на процессы метаболизма и роста животных может быть применение фитоэкдистероидов, обладающих биологической активностью в сочетании с низкой токсичностью. Цель работы – изучение влияния 20-гидроксиэкдистерона (20-ГЭС) на эффективность использования азота корма и азотистый обмен у поросят в период постнатального развития. Эксперимент проведен на помесных боровках (♂ датский йоркшир × ♀ датский ландрас) в период роста от 20-22 кг до 53-62 кг живой массы. В возрасте 60 суток были сформированы 2 группы поросят: I (контроль, n=3) и II (опыт, n=4), получавшие комбикорм с содержанием (г/кг) сырого протеина 158.7, лизина 7.7, треонина 4.8, метионина 4.6 и обменной энергии (МДж/кг) 12.7. В комбикорм поросят II группы вводили 20-ГЭС из расчёта 30 мг/кг корма. Применение добавки 20-ГЭС способствовало повышению ретенции азота и более эффективному использованию аминокислот в биосинтетических процессах у поросят II группы, на что указывает снижение содержания в плазме крови мочевины (P<0,05), потерь азота с мочой (P<0,05), уровня общих (P<0,05) и незаменимых аминокислот (P<0,05) на фоне повышенного уровня общего белка (P<0,05) и альбуминов (P<0,01) в сыворотке крови. Заключение, что у помесных поросят применение добавки 20-ГЭС в период выращивания способствует более эффективному использованию аминокислот в биосинтетических процессах.

Ключевые слова: поросята, период выращивания, кормовые добавки, 20-гидроксиэкдистерон, ретенция азота, азотистый обмен

Проблемы биологии продуктивных животных. 2022. 4: 70-78

Введение

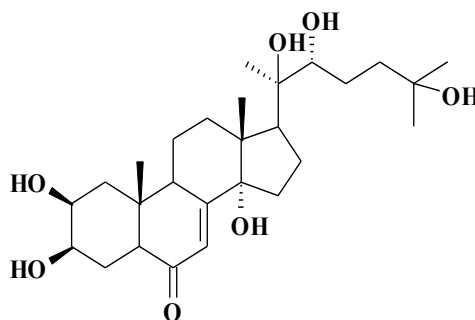
Метаболизм азотистых веществ и уровень синтеза белков в организме животных в период интенсивного роста в значительной мере определяются факторами питания, содержания, интенсивностью их выращивания и рядом других факторов. В последние годы большой интерес у исследователей вызывает изучение метаболических и регуляторных функций аминокислот при различных состояниях организма у животных и человека (Zhang et al., 2021; Еримбетов и др., 2021). В то же время, ограниченность знаний в области метаболических и регуляторных функций аминокислот и механизмов регуляции синтеза и отложения в организме белков сдерживает разработку методов, средств и технологий, способствующих максимальному проявлению генетического потенциала роста и развития свиней, в том числе в плане получения высококачественной свинины с определённым соотношением жира и белка в мясе (Черепанов, 1994; Еримбетов и др., 2019; Robina et al., 2013; Fuentes et al., 2014; Liu et al., 2015; Ayuso et al., 2015; Kim et al., 2019; Nie et al., 2019; Vonderohe et al., 2022).

Одним из способов воздействия на процессы метаболизма и роста животных может быть применение фитоэкдистероидов, обладающих множественностью физиологических эффектов в сочетании с низкой токсичностью. Фитоэкдистероиды – это большая группа полигидроксированных стероидных спиртов, по физиологическому предназначению являющихся растительным аналогом холестерина. Физиологические эффекты фитоэкдистероидов на у теплокровных животных весьма разнообразны. В настоящее время наибольший интерес представляют исследования эффектов фитоэкдистероидов, обладающих корректирующими свойствами в отношении обменных процессов в организме при различных физиологических

состояниях (Gorelick-Feldman et al., 2008; Masuda et al., 2009; Cohick et al., 2010; Luo et al., 2012; Володин, 2013; Kumar et al., 2013; Zhang et al., 2014; Li et al., 2014; Anthony et al., 2016; Федорова и др., 2021). Эффективность фитостероидов в отношении нормализации уровня сахара в крови может быть полезной при лечении сахарного диабета (Сыров и др., 2012; Kumar et al., 2013). Сахароснижающее действие фитостероидов в определённой степени является отражением их активирующего влияния на метаболизм углеводного, суть которого сводится к более интенсивному потреблению глюкозы крови для энергетического обеспечения белково-анаболических процессов (Сыров и др., 2012).

Показано, что фитостероиды снижают уровень холестерина и триглицеролов в крови. Одним из механизмов, способствующих гипохолестеринемии и гипотриглицеролемии, является повышение липолитической активности триглицероллипазы. Установлена способность некоторых фитостероидов ингибировать перекисное окисление липидов (Севостьянов и др., 2006). Фитостероиды снимают вызванное токсикемией воспаление печени, обладают способностью дублировать действие витамина D₃, проявляя антирахитический эффект (Сидорова, 2014). Фитостероиды оказывают благоприятное воздействие на энергетические реакции в организме за счёт усиления синтеза ряда ферментов (глутамат-, сукцинат-, НАДН- дегидрогеназы, сукцинат-, НАДН-оксидазы), стимулирует аэробные процессы окисления глюкозы (Севостьянов и др., 2006).

Наиболее изученным фитостероидом является 20-гидроксиэкдистерон (20-ГЭС), входящий в состав некоторых видов лекарственных растений.



20-гидроксиэкдистерон (20-ГЭС), эмпирическая формула:
C₂₇H₄₄O; молекулярная масса: 480,64

По данным исследований (Anthony et al., 2015; Еримбетов и др., 2020), было сделано предположение, что 20-ГЭС повышает биосинтез белка в скелетно-мышечной ткани путём активирования сигнальных путей PKB/Akt (протеинкиназа В/Akt киназа (РАС-альфа серин/треониновая протеинкиназа) в направлении комплекса рапамицин 1 (mTORC1). Активация mTORC1 стимулирует биосинтез белка за счёт фосфорилирования ключевых регуляторов трансляции мРНК. Этот комплекс фосфорилирует ингибирующий белок EIF4EBP1, который в результате высвобождается и разблокирует фактор инициации трансляции 4E (eIF4E). Кроме этого, активированный mTORC1 стимулирует фосфорилирование p70 киназу рибосомального белка S6 (S6K1), что также может способствовать повышению интенсивности синтеза белка. В исследованиях по вопросам регуляции 20-ГЭС биосинтеза белка у млекопитающих (мыши при введении дозы 5 и 10 мг/кг), показано, что белково-анаболический эффект 20-ГЭС в организме высших животных не связан с его влиянием на экспрессию генов и продукцию мРНК, а обусловлен ускорением макромолекулярного синтеза за счёт сопряжённой стимуляции инициации трансляции и элонгации полипептидной цепи (Сыров и др., 2012).

Недавние исследования не смогли выявить чётко выраженного воздействия 20-ГЭС на передачу сигналов Akt или mTORC1 в скелетных мышцах (Anthony, 2016). Это даёт основание предположить, что 20-ГЭС может участвовать в регуляции процессов распада миофибрилярного белка, в отличие от сигнальных механизмов, стимулирующих синтез белка (Anthony et al., 2015; Anthony, 2016). С другой стороны, результаты исследований по обороту белков, полученные в экспериментах на свиньях с применением N¹⁵, свидетельствуют о том, что анаболический эффект 20-ГЭС обусловлен повышением скорости синтеза белков при одинаковых значениях интенсивности их деградации (Обвинцева и др., 2020).

С учётом существующих разночтений в трактовке влияния 20-ГЭС на метаболизм и обеспечение аминокислотами биосинтетических процессов в организме животных, представляется актуальным изучение этих процессов у свиней в ранние периоды постнатального онтогенеза при использовании 20-ГЭС как кормовой добавки.

Цель данной работы – исследование влияния кормовой добавки 20-ГЭС на метаболизм азотистых веществ в период интенсивного роста у поросят с начальной живой массой 20 кг в возрасте 60 сут.

Материал и методы

Эксперимент был проведен в условиях вивария института на помесных поросятах, боровках (♂ датский йоркшир × ♀ датский ландрас). По принципу парных аналогов с учётом живой массы, в возрасте 60 суток были сформированы 2 группы поросят, получавших корм 2 раза в сутки на протяжении всего опыта. Содержание групповое в клетках, поение из автопоилок. Опыт продолжался до достижения живой массы поросят 53-62 кг.

Животные контрольной и опытной групп в период выращивания получали комбикорм, в 1 кг которого содержалось сырого протеина 158,7 г, лизина 7,7 г, треонина 4,8 г, метионина 4,6 г, обменной энергии 12,7 МДж; при этом соотношение лизина и обменной энергии составило 61% (г/МДж). В рацион поросят опытной группы вводили препарат 20-гидроксиэкизон (сухой порошок) из расчета 30 мг/кг корма (табл. 1).

На протяжении опыта проводили учёт потребления комбикорма, контролировали его химический состав и расход на единицу прироста. Взвешивание поросят проводили в начале опыта и в конце возрастного периода.

Для оценки эффективности использования азота корма провели балансовый опыт в конце периода выращивания на 7 животных (n=3 в контрольной группе и 4 в опытной группе). После проведения балансового опыта провели убой всех животных с последующим взятием образцов органов и тканей для физиолого-биохимического исследования.

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

Компоненты, %	Группы	
	Контроль	Опыт
Ячмень	48,6	48,6
Пшеница	20,0	20,0
Кукуруза	10,0	10,0
Шрот соевый	12,0	12,0
Шрот подсолнечный	6,0	6,0
Монохлоргидрат лизина	0,33	0,33
DL-метионин	0,03	0,03
Поваренная соль	0,4	0,4
Монокальцийфосфат	0,8	0,8
Мука известковая	1,2	1,2
Премикс КС-4	1,0	1,0
20-гидроксиэкизон	-	20 мг/кг корма
В 1 кг комбикорма содержится:		
ЭКЕ	1,27	1,27
Обменной энергии, МДж	12,7	12,7
Сырого протеина, г	158,7	158,7
Переваримого протеина, г	130	130
Лизина, г	7,7	7,7
Треонина, г	5,0	5,0
Метионина+цистина, г	4,77	4,77
Отношение (г лизина/МДж ОЭ)	0,61	0,61
Сырой клетчатки, г	3,35	3,35
Кальция, г	8,0	8,0
Фосфор, г	6,49	6,49

Для характеристики метаболизма азотистых веществ у поросят в сыворотке крови на автоматическом биохимическом анализаторе АРД 300 были определены: общий белок и альбумин – биуретовым методом; концентрация мочевины диацетилмонооксимным методом с набором

UREA 450 «Лаксма» (Coulambe, Fawreon, 1963); 18 аминокислот – на аминокислотном анализаторе Л-8-900 (Hitachi, Япония); активность ферментов аспаратаминотрансферазы (АСТ) (КФ 2.6.1.1.), аланинаминотрансферазы (АЛТ) (КФ. 2.6.1.2.), гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) (КФ. 2.3.2.2.) проводили с использованием набора UTS («Юнимед»), содержание креатинина в плазме крови по Лемперту. В ходе опытов проводили анализ кормов, кала и мочи на содержание сухого вещества по общепринятым методам и азота по Кьельдалю (на приборе Кьельтек).

Результаты и обсуждение

Результаты проведенного исследования показывают, что потребление 20-ГЭС с кормом способствует более эффективному использованию аминокислот в биосинтетических процессах в организме поросят по сравнению с контролем в период интенсивного роста.

В пользу данного утверждения свидетельствуют значения концентрации аминокислот в сыворотке крови и показатели их метаболизма. Добавка 20-ГЭС способствовала повышению ретенции азота и более эффективному использованию аминокислот в биосинтетических процессах у поросят II группы, на что указывает снижение содержания в плазме крови мочевины ($P<0,05$), потерь азота с мочой ($P<0,05$), уровня общих ($P<0,05$) и незаменимых аминокислот ($P<0,05$) на фоне повышенного уровня общего белка ($P<0,05$) и альбуминов ($P<0,01$) в сыворотке крови (табл. 2, 3, 4).. У животных опытной группы по сравнению с контролем был ниже уровень суммы всех аминокислот ($P<0,05$) на фоне одинакового поступления азота с кормом (табл. 3); при этом у поросят опытной группы более низкие уровни отмечены по сумме незаменимых аминокислот по сравнению с заменимыми аминокислотами.

Таблица 2. Концентрация аминокислот в сыворотке крови, мкг/мл ($M\pm m$)

Аминокислоты	Группы	
	контроль, n = 3	опыт, n = 4
Гистидин	4,8±0,3	3,9±0,2*
Серин	18,0±0,7	19,3±0,6
Аргинин	28,3±0,8	26,1±0,6
Глицин	103,5±2,2	98,7±2,4
Аспарагиновая кислота	3,56±0,21	2,97±0,18
Глутаминовая кислота	69,8±1,68	63,9±1,9*
Треонин	36,2±2,2	27,6±2,5*
Аланин	93,5±4,5	82,4±3,9
Пролин	40,8±1,6	35,3±1,1
Цистеин	0,78±0,08	0,69±0,10
Лизин	56,4±3,9	41,1±4,2*
Тирозин	15,6±0,6	13,5±0,7
Метионин	18,3±0,4	16,6±0,5*
Валин	11,6±0,5	9,9±0,4*
Изолейцин	14,7±1,1	11,0±0,9*
Лейцин	22,3±1,0	18,1±0,8*
Фенилаланин	15,4±0,6	13,3±0,5*
Триптофан	11,7±0,5	13,0±0,4*
Сумма аминокислот	565±16	497±19*
Незаменимые аминокислоты	220±11	181±10*
Заменимые аминокислоты	345±13	317±15

Примечание: здесь и далее в таблицах: * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$ по U -критерию при сравнении с контролем.

Известно, что концентрация общего белка в крови в норме варьирует в диапазоне 44-71 г/л у поросят в возрасте до 90-сут. (Ефимов и др., 2015). Белки являются дорогими в энергетическом плане: для транспорта одной аминокислоты в клетку требуется 3 молекулы АТФ, а для образования одной пептидной связи необходимо около 15 молекул АТФ (Рослый, Водолажский, 2007; Еримбетов и др., 2019). Введение препарата 20-ГЭС в состав рациона привело к увеличению белоксинтезирующей активности печени; у животных опытной группы в сыворотке крови отмечен более высокий уровень общего белка, альбуминов и глобулинов в сравнении с контролем.

Более интенсивное расходование аминокислот на синтез белков у поросят, получавших 20-гидроксиэкистерон, способствовало тому, что меньшая их доля метаболизируются с образованием конечного продукта белкового обмена – мочевины. У поросят опытной группы содержание мочевины в сыворотке крови была ниже в сравнении с контролем и выше содержание креатинина – метаболита, в значительной мере являющегося индикатором массы скелетных мышц (Еримбетов и др., 2019), что подтверждается статистически значимым высоким уровнем белков в скелетно-мышечной ткани (табл. 3)

Об усилении биосинтетических процессов в организме поросят опытной группы свидетельствует и снижение эндогенных потерь азота с мочой по сравнению с контролем на фоне практически одинакового потребления азота (табл. 3); при этом эффективность использования азотистых веществ и ретенция азота в теле у них по сравнению с контролем были существенно выше.

Таблица 3. Показатели эффективности использования азота корма (M±m)

Показатели	Группы	
	контроль, n = 3	опыт, n = 4
Потребление азота, г /сут	42,8±0,4	42,4 ± 0,1
Эндогенные потери азота, г/сут	13,8±0,6	11,1 ± 0,3*
Ретенция азота в теле: г /сут	17,9±0,1	20,3 ± 0,2***
Эффективность использования азотистых веществ, %	56,4±1,1	64,6 ± 1,2**
Содержание белка в скелетно-мышечной ткани, г/100 г	17,5 ± 0,3	18,5 ± 0,2*

Таблица 4. Показатели белково-аминокислотного обмена (M±m)

Показатели	Группы	
	контроль, n = 3	опыт, n = 4
<i>Содержание в плазме крови</i>		
Общий белок, г/л	65,6±1,4	70,4±1,0*
Альбумин, г/л	37,6±0,4	40,8±0,5**
Мочевина, мМ	5,20±0,29	3,9±0,4*
Креатинин, мкМ	108±2	134±6**
<i>Активность ферментов</i>		
АСТ, Ед/л	33,1±1,4	41,4±2,4*
АЛТ, Ед/л	29,4±2,2	35,5±1,7*
ГГТ, Ед/л	42,5±4,2	30,4±3,5*
(АСТ+АЛТ)/ГГТ	1,47±	2,53±

О направленности и интенсивности метаболизма аминокислот можно судить и по активности ферментов АЛТ, АСТ и ГГТ. Степень обеспеченности аминокислот за счёт мобилизации тканевого пула, как правило, коррелирует с величиной соотношения (АСТ+АЛТ)/ГГТ, а низкий уровень белка в крови наблюдается при более высокой активности ГГТ (Рослый, Водолажский, 2007; Еримбетов и др., 2019). По результатам изучения активности АСТ, АЛТ и ГГТ и их соотношения, введение 20-гидроксиэкистерона поросятам способствует более эффективному использованию азотистых веществ в биосинтетических процессах (табл. 3).

В целом, результаты проведенного исследования показывают, что применение препарата 20-ГЭС в качестве кормовой добавки способствует повышению ретенции азота и более эффективному использованию аминокислот на синтез и отложение белков в организме растущих поросят.

В ранее проведенных исследованиях (Еримбетов и др., 2019) было показано, что при введении 20-ГЭС увеличение ретенции азота/белка происходит за счет снижения его эндогенных потерь; при этом не установлено его влияния на переваримость азотистых веществ корма. Следовательно, анаболический эффект 20-ГЭС больше обусловлен не дополнительным поступлением азотистых веществ из желудочно-кишечного тракта, а эффективной реутилизацией аминокислот на биосинтетические процессы в организме интенсивно растущих поросят. Тем не менее, требуется проведение дальнейших исследований по уточнению механизма анаболического действия 20-ГЭС.

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что применение препарата 20-ГЭС в качестве кормовой добавки у помесных поросят в ранний период выращивания способствует более эффективному использованию аминокислот в биосинтетических процессах. Полученные данные согласуются с имеющимися сведениями о том, что анаболический эффект 20-ГЭС может быть обусловлен его положительным влиянием на синтез структурных белков на стадии инициации трансляции.

Список литературы

1. Володин В.А., Сидорова Ю. С., Мазо В.К. 20-гидроксиэкдизон – растительный адаптоген: анаболическое действие, возможное использование в спортивном питании. // Вопросы питания/ 2013. Т. 82 № 6. С. 24-30.
2. Еримбетов К.Т., Обвинцева О.В., Соловьева А.Г. Влияние добавки 20-гидроксиэкдизона на метаболизм азотистый метаболизм и продуктивность поросят в период интенсивного роста. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2019. № 4. С. 44-52. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.4.44-52
3. Еримбетов К.Т., Обвинцева О.В., Софронова О.В. Физиологическое значение и метаболические функции лейцина, изолейцина и валина у животных (обзор). // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 4. С. 40-50. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.4.40-50
4. Еримбетов К.Т., Обвинцева О.В., Соловьева А.Г., Федорова А.В., Земляной Р.А. Сигнальные пути и факторы регуляции синтеза и распада белков в скелетных мышцах (обзор). // Проблемы биологии продуктивных животных. 2020. № 1. С. 24-33. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.1.24-33
5. Ефимов В.Г., Береза И.Р., Троцкий К.С. Определение референтного интервала общего белка и белковых фракций в сыворотке крови поросят. // Научно-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. 2015. Т. 3. № 3. С. 37-41
6. Обвинцева О.В., Еримбетов К.Т., Соловьева А.Г., Михайлов В.В. Метаболизм белков в организме растущих боровков при добавлении в рацион 20-гидроксиэкдизона // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 3. С. 158-162. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2020.3.158
7. 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.
8. Севостьянова А.Е., Соколов В.А., Дармограй В.Н. Перспективы применения фитоэкдистероидов в офтальмологии. // Российский медико-биологический вестник. 2006. № 1. С. 71-78.
9. Сидорова Ю.С. Физиолого-биохимическая оценка *in vivo* адаптогенных свойств фитоэкдистероидсодержащего экстракта серпухи венценосной: дисс...к.б.н., Москва, 2014. 115 с.
10. Сыров В.Н., Шахмурова Г.А., Хушбактова З.А., Эгамова Ф.Р., Осипова С.О. Сравнительное изучение регулирующего влияния экдистерона и ретаболила на белоксинтезирующие процессы в организме высших животных // Теоретическая и практическая экология. 2012. № 1. С.13-17.
11. Федорова А.В., Еримбетов К.Т., Земляной Р.А., Обвинцева О.В. Физиолого-биохимический статус у крыс Wistar при введении клатратного комплекса 20-гидроксиэкдизона с арабиногалактаном. // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 1. С. 226-230. DOI: 10.17238/issn2072 2419.2021.1.226
12. Черепанов Г.Г. Системная морфофизиологическая теория роста животных. Боровск: ВНИИФБиП, 1994. 104 с.
13. Ayuso M., Fernández A., Núñez Y. et al. Comparative analysis of muscle transcriptome between pig genotypes identifies genes and regulatory mechanisms associated to growth, fatness and metabolism. // PLoS ONE. 2015. December 22. P.1-33. DOI: 10.1371/journal.pone.0145162
14. Anthony T.G. Mechanisms of protein balance in skeletal muscle. // Domest. Anim. Endocrinol. 2016. Vol. 56(Suppl). S23-S32. DOI: 10.1016/j.domaniend.2016.02.012
15. 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.

16. Coulambe S.S., Favre G. New the semimicro method determination of urea. // *Clin. Chem.* 1963. Vol. 1. nr 9. P. 23-26.
17. 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. nr 10. P. 632-637.
18. Fuentes V, Ventanas S, Ventanas J, Estevez M. The genetic background affects composition, oxidative stability and quality traits of Iberian dry-cured hams: Purebred Iberian versus reciprocal Iberian x Duroc crossbred pigs. // *Meat Science.* 2014. Vol. 96. nr 2. P. 737-743.
19. 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. nr 36. P. 234-244.
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. nr 8. P. 3221-3232.
21. Li X. Ru., Liu P.C., Jing Ren. G-protein α_q participates in the steroid hormone 20-hydroxyecdysone nongenomic signal transduction. // *J. Ster. Biochem. Mol. Biol.* 2014. Vol. 144. Part B. P. 313-323.
22. 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. nr 10. P. 3532-3537.
23. Luo C.X., Chu W.H., YA Shan Y.A., Qian Z.-M., Hu J. 20-Hydroxyecdysone protects against oxidative stress-induced neuronal injury by scavenging free radicals and modulating NF- κ B and JNK pathways. // *PLoS ONE.* 2012. Vol. 7. nr 12: e50764.
24. Masuda H., Iwasawa M., M.Nakamura M. Class IA phosphatidylinositol 3-kinases are indispensable for osteoclast function by regulating cytoskeletal organization and cell death. // *Bone.* 2009. Vol. 44. Suppl. 1. P. S49-S50.
25. Nie C., Xie F., Ma N., Bai Y., Zhang W., Ma X. Nutrients mediate bioavailability and turnover of proteins in mammals. // *Curr. Prot. Pept. Sci.* 2019. Vol. 20. nr 7. P. 661-665. DOI: 10.2174/1389203720666190125111235
26. Kim S.W., Chen H., Parnsen W. Regulatory role of amino acids in pigs fed on protein-restricted diets. // *Curr. Prot. Pept. Sci.* 2019. Vol. 20. nr 2. P. 132-138. DOI: 10.2174/1389203719666180517100746
27. 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. Pharm.* 2013. Vol. 698. nr. 1-3. P. 489-498.
28. Robina A., Viguera J., Perez-Palacios T., Mayoral A.I., Vivo J.M., Guillen M.T. Carcass and meat quality traits of Iberian pigs as affected by sex and crossbreeding with different Duroc genetic lines. // *Span. J. Agric. Res.* 2013. Vol. 11. nr 4. P. 1057-1067.
29. Vonderohe C.E., Mills K.M., Liu S., Asmus M.D., Otto-Tice E.R., Richert B.T., Ni J.Q., Radcliffe J.S. The effect of reduced CP, synthetic amino acid supplemented diets on growth performance and nutrient excretion in wean to Finish swine. *J. Anim. Sci.* 2022. Vol. 100. nr 6. P 456-465. DOI: 10.1093/jas/skac075
30. Zhang Q., Liu R., Xichao X. Effects of 20-hydroxyecdysone on improving memory deficits in streptozotocin-induced type 1 diabetes mellitus in rat. // *Eur. J. Pharmac.* 2014. Vol. 740. P. 45-52.
31. Zhang Q., Hou Y., Bazer F.W., He W., Posey E.A., Wu G. Amino acids in swine nutrition and production. // *Adv. Exp. Med. Biol.* 2021. Vol. 1285. P. 81-107. DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1_6

References (for publications in Russian)

1. Cherepanov G.G. *Sistemnaya morfofiziologicheskaya teoriya rosta zhivotnykh (System morphophysiological theory of animal growth)*. Borovsk: VNIIFBiP Publ., 1994. 104 p.
2. Efimov V.G., Bereza I.R., Troshchii K.S. [Determination of the reference interval of total protein and protein fractions in the blood serum of piglets]. *Naukovo-tekhnichnii byuleten' biobezpeki ta ekologichnogo kontrolyu resursiv APK (Scientific and technological bulletin of biosafety and environmental safety of the agro-industrial complex)*. 2015. 3(3): 37-41.
3. Erimbetov K.T., Obvintseva O.V., Solov'eva A.G. [Effects of the addition of 20-hydroxyecdysone on metabolism, nitrogen metabolism and productivity of piglets during the period of intensive growth]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology)*. 2019. 4: 44-52. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.4.44-52
4. Erimbetov K.T., Obvintseva O.V., Sofronova O.V. [Physiological significance and metabolic functions of leucine, isoleucine and valine in animals: a review]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology)*. 2021. 4: 40-50. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.4.40-50
5. Erimbetov K.T., Obvintseva O.V., Solov'eva A.G., Fedorova A.V., Zemlyanoi R.A. [Signaling pathways and factors regulating the synthesis and breakdown of proteins in skeletal muscles: a review]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology)*. 2020. 1: 24-33. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.1.24-33
6. Roslyi I.M., Vodolazhskaya M.G. [Comparative approaches in assessing the state of humans and animals: cytolytic syndrome or fundamental mechanism?]. *Vestnik veterinarii (Veterinary Bulletin)*. 2007. 43: 63-66.
7. Fedorova A.V., Erimbetov K.T., Zemlyanoi R.A., Obvintseva O.V. [Physiological and biochemical status in Wistar rats with the introduction of the clathrate complex of 20-hydroxyecdysone with arabinogalactan]. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii (International Bulletin of Veterinary Medicine)*. 2021. 1: 226-230. DOI: 10.17238/issn2072 2419.2021.1.226
8. Syrov V.N., Shakhmurova G.A., Khushbaktova Z.A., Egamova F.R., Osipova S.O. [Comparative study of the regulatory effect of ecdysterone and retabolil on protein-synthesizing processes in higher animals]. *Teoreticheskaya i prakticheskaya ekologiya (Theoretical and practical ecology)*. 2012. 1: 13-17.
9. Volodin V.A., Sidorova Yu. S., Mazo V.K. [Plant adaptogen 20-hydroxyecdysone: anabolic effects, possible use in sports nutrition]. *Voprosy pitaniya (Nutritional Issues)*. 2013. 82(6): 24-30.

UDC 636.4.082.265:612.12.128

**Effect of 20-hydroxyecdysterone supplement on
nitrogen metabolism in piglets during period of intensive growth**

¹Erimbetov K.T., ²Obvintseva O.V., ³Mikhailov V.V.

¹Research Center for Preventive Information Medicine; ²Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition, Federal Research Center for Animal Husbandry, Borovsk, Kaluga oblast; ³State Derzhavin University, Tambov, Russian Federation

ABSTRACT. One of the ways to influence the processes of metabolism and growth of animals can be the use of phytoecdysteroids, which have biological activity in combination with low toxicity. The aim of the work is to study the effect of 20-hydroxyecdysterone (20-HES) on the efficiency of feed nitrogen use and nitrogen metabolism in piglets during period of intensive growth. The experiment was carried out on crossbred hogs (♂ Danish Yorkshire × ♀ Danish Landrace) during growing period from 20-22 kg to 53-62 kg of live weight. At the age of 60 days, 2 groups of piglets were formed: I (control, n=3) and II (experiment, n=4), receiving feed with the content (g/kg) of crude protein 158.7, lysine 7.7, threonine 4.8, methionine 4.6 and exchange energy (MJ/kg) 12.7. Into mixed feed for II group, 20-HES was introduced at the dose of 30 mg/kg of feed. In piglets of group II, the supplement of 20-HES contributed to an increase in nitrogen retention and more efficient use of amino acids in biosynthetic processes, as indicated by a decrease in the content of urea in blood plasma ($P<0.05$), nitrogen losses in urine ($P<0, 05$), levels of total ($P<0.05$) and essential amino acids ($P<0.05$) against the background of elevated levels of total protein ($P<0.05$) and albumin ($P<0.01$) in blood serum; the nitrogen retention was significantly higher ($P<0.001$) compared to the control. Concluded that in crossbred piglets, the use of the 20-HES supplement during the growing period contributes to an increase in the digestibility of feed protein and a more efficient use of amino acids in biosynthetic processes.

Keywords: piglets, growing period, feed additives, 20-hydroxyecdysterone, nitrogen retention, nitrogen metabolism

Problemy biologii produktivnykh zhivtnykh (Productive Animal Biology). 2022. 4: 70-78

Поступило в редакцию: 20.11.2022

Получено после доработки: 20.12.2022

Сведения об авторах:

Еримбетов Кенес Тагаевич, д.б.н., рук. отд., 8(919)031-50-34, erimbetovkt@mail.ru

Обвинцева Ольга Витальевна, к.б.н., м.н.с., 8(903)814-79-76, obvintseva.olga@yandex.ru

Михайлов Виталий Васильевич, д.б.н., проф., 8(962)231-55-13, zzz068@mail.ru