

DOI: 10.37925/0039-713X-2025-6-57-61

УДК 636.4:636.084:612.015.3:633.367.2

# Активность аминотрансфераз и зоотехнические показатели молодняка свиней при использовании в рационе люпина узколистного



*Н.В. ГАПОНОВ, кандидат биолог. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: nv.1000@bk.ru, Всероссийский НИИ люпина – филиала ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса»*

Данное исследование было направлено на изучение влияния введения в рацион молодняка свиней люпина узколистного без оболочки на структуру и питательную ценность кормов, а также на показатели продуктивности и метаболические процессы в организме.

**Ключевые слова:** люпин узколистный, конверсия, ретенция, экскреция, баланс азота, биомаркер, аминотрансфераза.

## **Aminotransferase activity and zootechnical parameters of young pigs when used in the diet of narrow-leaved lupine**

*N. V. GAPONOV, candidate of biological sciences, senior researcher, e-mail: nv.1000@bk.ru, All-Russian Lupine Scientific Research Institute – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology*

This study was aimed at studying the effect of introducing narrow-leaved lupine into the diet of young pigs without a shell on the structure and nutritional value of feed, as well as on productivity indicators and metabolic processes in the body.

**Key words:** narrow-leaved lupine, conversion, retention, excretion, nitrogen balance, biomarker, aminotransferase.

### ■ Введение

Для раскрытия генетического потенциала продуктивности в свиноводстве критически важен сбалансированный корм. В стремлении к оптимизации рационов, особенно в части белковых компонентов, необходимо внедрять инновационные подходы. Это требует изучения как широко используемых, так и альтернативных источников протеина, а также кормов с высоким содержанием белка и обменной энергии.

Всесторонний подход к кормлению свиней, учитывающий региональные особенности, способствует достижению высокой биологической ценности кормов, что благоприятно влияет на продуктивность животных [1, 2]. Рациональное использование кормов местного производства в сочетании с применением как известных, так и менее изученных кормовых ресурсов формирует базу для создания эффективных рационов, стимулирующих улучшение продуктивных показателей свиней [3, 4].

В качестве альтернативы в производстве кормов все чаще обращаются к отечественным низкоалкалоидным сортам люпина узколистного, которые могут содержать до 38% протеина. Однако для успешной замены традиционных источников белка люпином необходимо детально исследовать влияние каждого потенциального сорта этой культуры на продуктивные показатели и здоровье свиней. Это позволит расширить горизонты для разработки новых теоретических и практических методов эффективного использования протеина люпина в свиноводстве [5–7].

**Цель работы** – определить оптимальный уровень включения люпина узколистного без оболочки в рацион кормления для повышения продуктивности, переваримости питательных веществ, баланса азота и физиологического статуса молодняка свиней.

### ■ Материалы и методы

Для достижения поставленной цели исследования был реализован всесторонний научно-производственный и физиологический опыт. Для эксперимента было сформировано четыре группы поросят (одна контрольная и три опытные), в каждой из которых находилось по 10 голов. Исследование проводилось на клинически здоровых свиньях крупной белой породы, содержащихся в хозяйстве ООО «Дружба», которое расположено в Брянской области.

Группы формировались по принципу аналогов с учетом возраста, массы тела, пола и степени развития животных. Молодняк свиней содержался в идентичных условиях, отвечающих зоогигиеническим нормативам ГОСТа 28839-2017. В ходе эксперимента применялся концентрированный тип кормления согласно требованиям ГОСТа Р 51899-2002.

Условия кормления были следующими: контрольная группа молодняка

свиней получала традиционный рацион, полностью удовлетворяющий потребности во всех питательных элементах, согласно рекомендациям [8–10]. В рацион второй, третьей и четвертой группы вводили люпин узколистный без оболочки в пропорциях 11%, 17% и 23% соответственно, осуществляя частичную или полную замену соевого шрота и иных кормов с высоким содержанием протеина. Схема проведения исследований представлена в **таблице 1**.

В рамках научно-хозяйственного эксперимента на молодых свиньях в возрасте от трех до шести месяцев изучались следующие показатели: общий прирост массы тела, среднесуточный привес, потребление кормов и питательных элементов на единицу прироста. Условия содержания молодняка свиней были идентичными во всех группах. В конце эксперимента был проведен физиологический балансый опыт, по результатам которого были установлены коэффициенты усвояемости питательных веществ, азотистый баланс, а также проанализированы биомаркеры и биохимические показатели крови [11].

Отбор образцов крови для исследований осуществлялся из хвостовой вены у пяти особей из каждой группы в конце опытного периода, когда животным было шесть месяцев. Биохимические исследования сыворотки крови проводились в течение первых двух-трех часов после получения образцов с использованием наборов производства High Technology Inc. (США) на полуавтоматическом анализаторе BioChem SA (США) в строгом соответствии с инструкциями производителя.

В экспериментах использовался сорт узколистного люпина Витязь. Содержание сырого протеина в семенах составляло 35%, а алкалоидов – 0,038% [12]. Для снижения содержания клетчатки люпин подвергался процессу декортикации (удаления наружной оболочки) на дисковой центробежной шелушильной машине ДШЛ-500д, произведенной компанией «Агропродмаш».

Установление химического состава люпина без оболочки, а также разработанных на его основе комбикормов и биологических выделений осуществлялось с использованием методик зооанализа. Определяли исходную влажность (ГОСТ Р 57059-2016), сырую клетчатку по методу

**Таблица 1. Схема научного опыта**

Группа	Структура комбикорма
1-я (контрольная)	ОР – основной рацион хозяйства
2-я (опытная)	<b>ОР – люпин без оболочки 11%</b> . На люпин замещены овес на 11,11%, ячмень – на 6,13%, кукуруза – на 8,33%, жмых соевый – на 44,44%, жмых подсолнечный – на 11,12%, мука рыбная – на 16,67%, глютен кукурузный – на 14,29%, масло растительное – на 33,33%
3-я (опытная)	<b>ОР – люпин без оболочки 17%</b> . На люпин замещены овес на 13,33%, ячмень – на 26,38%, кукуруза – на 16,67%, жмых соевый – на 66,67%, жмых подсолнечный – на 44,44%, мука рыбная – на 16,67%, глютен кукурузный – на 42,86%, масло растительное – на 46,67%
4-я (опытная)	<b>ОР – люпин без оболочки 23%</b> . На люпин замещены овес на 22,22%, ячмень – на 26,38%, кукуруза – на 16,67%, жмых соевый – на 100%, жмых подсолнечный – на 100%, мука рыбная – на 25%, глютен кукурузный – на 57,14%, масло растительное – на 66,67%

**Таблица 2. Структура и питательность комбикорма**

Показатель/Группа	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)	4-я (опытная)
Овес, %	9,0	8,0	7,8	7,0
Ячмень, %	8,15	7,65	6,0	6,0
Пшеница, %	28,0	31,0	37,0	44,6
Кукуруза, %	12,0	11,0	10,0	10,0
Жмых соевый, %	18,0	10,0	6,0	0
Жмых подсолнечный, %	9,0	8,0	5,0	0
Мука рыбная (60–65%), %	6,0	5,0	5,0	4,5
Люпин узколистный, %	0	11,0	17,0	23,0
Глютен кукурузный, %	7,0	6,0	4,0	3,0
Масло растительное, %	1,5	1,0	0,8	0,5
Трикальцийфосфат, %	0,2	0,2	0,25	0,25
Премикс (КС-3), %	1,0	1,0	1,0	1,0
Соль, %	0,15	0,15	0,15	0,15
<b>Итого</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
В 1 кг комбикорма содержится				
ЭКЕ	1,38	1,37	1,37	1,37
ОЭ, МДж	13,81	13,77	13,71	13,79
Сырого протеина, г	245,98	245,16	245,95	245,97
Лизина, г	100,88	98,29	96,98	92,30
Метионина+цистина, г	6,41	6,25	5,01	4,58
Триптофана, г	3,66	3,46	3,43	3,23
Сырого жира, г	45,04	39,83	25,12	23,57
Сырой клетчатки, г	37,69	32,96	27,03	19,71
Крахмала, г	411,22	424,08	444,01	498,36
Сахара, г	276,58	272,91	272,75	298,64
Кальция, г	12,78	12,28	14,18	14,67
Фосфора, г	4,14	3,33	3,78	2,63
Магния, г	3,31	3,48	3,56	3,60
Калия, г	5,39	3,87	3,40	2,90
Серы, г	2,85	2,80	2,79	2,68
Железа, мг	66,76	57,00	35,15	31,23
Меди, мг	25,13	23,91	23,59	24,38
Цинка, мг	21,14	19,96	20,61	19,34
Марганца, мг	24,60	24,57	24,17	23,80
Кобальта, мг	23,06	24,15	24,93	25,38
Йода, мг	0,21	0,20	0,19	0,19
Каротина, мг	0,64	0,45	0,31	0,28
Витамина А, тыс. МЕ	0,50	0,51	0,52	0,59
Витамина D, тыс. МЕ	4,04	3,85	3,57	3,38
Витамина Е, мг	5,26	4,02	3,68	2,37
V <sub>1</sub> , мг	8,01	7,54	7,22	7,35
V <sub>2</sub> , мг	3,36	3,10	3,09	3,04
V <sub>3</sub> , мг	5,41	4,04	3,26	2,89
V <sub>4</sub> , мг	398,46	314,54	312,76	256,40
V <sub>5</sub> , мг	500,05	505,01	510,69	563,77
V <sub>12</sub> , мкг	32,04	31,27	39,67	41,94

Геннеберга и Штомана, сырую золу (ГОСТ 26226-95), сырой жир – по обезжиренному остатку (ГОСТ 13496.15-2016), протеин (ГОСТ 13496.4-2019), кальций – оскалатным методом (ГОСТ 26570-95), фосфор – колориметрическим методом (ГОСТ 26657-97), безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) – расчетным методом.

По завершении обработки собранной информации в специализированном программном обеспечении GraphPad Prism 8.0 были вычислены средние значения и соответствующие им стандартные ошибки. Критерием достоверности различий был выбран уровень  $P < 0,05$ .

## ■ Результаты исследования

Контрольные и опытные рационы были сбалансированы по основным питательным веществам. Они включали компоненты как животного, так и растительного происхождения. При этом в структуре рациона контрольной и опытных групп входили одинаковые компоненты корма, используемые в хозяйстве. Введение люпина узколистного в опытные рационы позволило частично или полностью исключить из структуры соевый жмых и другие корма с высоким содержанием протеина как животного, так и растительного происхождения (**табл. 2**).

Добавление люпина узколистного без оболочки в рацион обеспечило необходимое содержание сырого протеина, аминокислот и обменной энергии. Потребность в витаминах, макро- и микроэлементах удовлетворялась за счет премикса и трикальцийфосфата.

Эффективность усвоения питательных веществ у молодых свиней напрямую обусловлена составом их рациона. С целью оценки влияния люпина узколистного без оболочки на переваримость нутриентов опытных рационов был проведен физиологический опыт. Результаты исследования представлены в **таблице 3**.

Анализ данных, представленных в **таблице 3**, демонстрирует, что молодняк свиней, получавший экспериментальные рационы, проявлял более высокую способность к усвоению питательных веществ по сравнению с контрольной группой. В частности, во второй опытной группе наблюдалось увеличение коэффициента переваримости сухого вещества на 1,79%, в третьей группе – на 2,60%,

**Таблица 3. Переваримость питательных веществ корма ( $\bar{X} \pm Se$ ;  $n=5$ ; %)**

Показатель/Группа	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)	4-я (опытная)
Сухое вещество	74,42±0,18	76,21±0,16*	77,02±0,15	79,30±0,22
Сырой протеин	74,68±0,51	76,79±0,38	77,69±0,42*	77,87±0,34
Сырой жир	65,00±0,35	68,00±0,49	68,80 ±0,50	70,00±0,33*
Сырая клетчатка	24,00±0,27	25,3±0,28	27,2±0,20*	29±0,18
БЭВ	82,32±1,92	84,5±1,21	85,21±1,63	87,11±1,74

Здесь и далее: \* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,01$  по сравнению с контрольной группой.

Примечание: данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки.

**Таблица 4. Зоотехнические показатели молодняка свиней ( $\bar{X} \pm Se$ ;  $n=5$ )**

Показатель/Группа	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)	4-я (опытная)
Живая масса, кг				
в начале опыта	30,10±0,31	29,90±0,34	29,70±0,29	30,00±0,41
в конце опыта	82,00±1,92	84,20±1,74	86,74±1,83*	87,6±1,61
Валовый прирост, кг	51,90±1,20	54,30±1,14	57,04±1,21*	57,60±1,18
Среднесуточный прирост, г	513,86±11,3	537,62±11,8	564,75±10,5	570,30±10,7
% к контролю	–	+4,62	+9,90	+10,98
Затраты на 1 кг прироста живой массы				
ОЭ, МДж	33,62±1,32	31,70±1,14	30,04±1,01	29,93±0,97
% к контролю	–	-4,70	-9,67	-10,03
Сырого протеина, г	592,44±9,72	566,67±9,89	541,18±10,05	535,96±9,91
% к контролю	–	-4,35	-8,65	-9,53
Переваримого протеина, г	439,98±9,31	417,73±8,95	396,26±9,57	391,38±8,89
% к контролю	–	-8,56	-13,26	-14,33
Корма, кг	2,41±0,12	2,30±0,08	2,19±0,09	2,17±0,05*
% к контролю	–	-4,42	-9,01	-9,90

а в четвертой – на 4,88%. У животных второй группы зафиксировано повышение усвоения сырого протеина на 2,1%, третьей – на 3,0%, а четвертой – на 3,18%. Отмечалась тенденция к улучшению переваримости сырого жира во второй группе на 3,0%, в третьей – на 3,8%, в четвертой – на 5%. Переваримость сырой клетчатки также увеличилась во второй группе на 1,2%, в третьей – на 3,1%, а в четвертой – на 4,9%. Коэффициенты переваримости БЭВ аналогично показали рост у молодняка свиней в экспериментальных группах: во второй – на 2,18%, в третьей – на 2,89%, в четвертой – на 4,79%.

Результаты исследований показывают, что корректировка рационов молодняка свиней люпином узколистным без оболочки положительно сказывается на развитии продуктивных качеств и позволяет сократить потребление кормов и питательных веществ, необходимых для производ-

ства свинины (**табл. 4**). Наилучшие результаты были зафиксированы у свиней в экспериментальных группах: среднесуточные приросты во второй опытной группе превышали контрольные на 4,62%, в третьей – на 9,90%, а в четвертой – на 10,98%.

Анализ использования кормов и питательных веществ для получения прироста продемонстрировал наибольшую эффективность в опытных группах. Расход обменной энергии во второй опытной группе был на 4,70%, в третьей – на 9,67%, а в четвертой – на 10,03% меньше, чем в контрольной. Потребление сырого протеина на 1 кг прироста снизилось во второй опытной группе на 4,74%, в третьей – на 9,02%, в четвертой – на 9,90%.

Аналогичная тенденция прослеживалась в расходе переваримого протеина: во второй опытной группе он был меньше на 5,06%, в третьей – на 9,94%, а в четвертой – на 11,05%. Подобная закономерность наблюдалась

и в расходе кормов: во второй опытной группе они были ниже на 4,42%, в третьей – на 9,00%, а в четвертой – на 9,89% по сравнению с контролем.

Конверсия питательных веществ корма в продукцию напрямую зависит от азотистого баланса и степени его усвоения организмом животного (табл. 5).

В процессе физиологического исследования установлено, что экскреция азота через кал и мочу у животных экспериментальных групп была ниже, чем у контрольной: во второй группе – на 8,60%, в третьей – на 11,86%, а в четвертой – на 12,57%. Содержание азота в моче также уменьшилось во второй опытной группе на 6,93%, в третьей – на 9,94% и в четвертой – на 10,93%. Соответственно, накопление азота в организме подопытных животных было выше: во второй группе – на 8,85%, в третьей – на 13,48%, в четвертой – на 14,56%. Количество переваренного азота также возросло в экспериментальных группах: во второй – на 2,47%, в третьей – на 4,00%, в четвертой – на 4,25%.

Эффективность использования азота, рассчитанная от общего количества, поступившего с кормом, была наибольшей у подопытных животных: во второй группе – на 4,10%, в третьей – на 6,00%, а в четвертой – на 6,48%. Усвоение азота из переваренного корма составило во второй группе 3,71%, в третьей – 5,42% и в четвертой – 5,89% соответственно.

Изучение биохимического состава крови молодых свиней крупной белой породы, обусловленное включением желтого люпина в их кормовой рацион, позволило установить уровень адаптации, физиологическое состояние и скорость метаболизма.

Серьезное внимание привлекают ферменты сыворотки крови, играющие ключевую роль в различных метаболических процессах организма. Среди них особое место в азотном обмене занимают ферменты переаминования, аминотрансферазы. Аспаратаминотрансфераза (АСТ) и аланинаминотрансфераза (АЛТ) важны для белково-углеводного и липидного обмена, поскольку катализируют образование основных аминокислот. Уровень активности данных ферментов зависит от генетических факторов и показывает прямую взаимосвязь со среднесуточным приростом живой массы (табл. 6).

**Таблица 5. Баланс азота рационов молодняка свиней ( $X \pm Se$ ;  $n=5$ )**

Показатель/Группа	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)	4-я (опытная)
Принято N с кормом, г	47,23±0,20	47,07±0,22	47,22±0,19*	47,23±0,21
Выделено N с мочой, г	14,27±0,17	13,28±0,14	12,85±0,13	12,71±0,10
Выделено N с калом, г	11,95±0,10	10,93±0,13	10,54±0,11	10,45±0,09
Отложено N в теле, г	21,01±0,19	22,87±0,20	23,84±0,17*	24,07±0,18
Переварено N, г	35,27±0,25	36,15±0,27	36,69±0,23*	36,78±0,27*
Кoeffициент использования N, %				
% от принятого	44,48±0,42	48,58±0,35	50,48±0,31	50,96±0,29
% от переваренного	59,55±0,44	63,26±0,39	64,98±0,31	65,44±0,37
Кoeffициент переваримости N, %	74,69±1,43	76,79±1,21	77,69±1,21	77,87±0,98

**Таблица 6. Биохимические показатели крови ( $X \pm Se$ ;  $n=5$ )**

Показатель/Группа	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)	4-я (опытная)
ЩФ, Ед/л	140,28±3,91	140,93±3,71	141,11±3,42	141,21±2,73
АЛТ, Ед/л	29,73±1,14	30,17±1,08	30,41±1,10	30,98±0,98*
АСТ, Ед/л	31,71±1,33	31,89±1,10	32,12±1,22	32,58±1,17*
ГГТ, Ед/л	28,41±1,29	29,16±1,17	29,97±1,08*	30,03±1,10
ЛДГ, Ед/л	198,30±5,31	199,02±4,24	199,89±4,97	200,19±4,73
Креатинин, мкмоль/мл	121,40±4,21	121,00±3,95	120,78±3,58	120,13±3,06
Мочевина, ммоль/л	6,75±1,17	6,31±1,13*	6,11±1,12	5,97±1,06
Общий белок, г/л	70,51±3,29	70,98±2,23	71,32±2,43	71,91±2,19
Альбумин, г/л	33,14±2,97	33,43±2,41	33,56±2,74	33,51±2,15
Глобулин, г/л	37,37±2,13	37,55±2,33	37,76±2,36	38,40±2,24
Кальций, ммоль/л	1,99±0,01	2,03±0,05	2,06±0,08	2,1±0,03**
Фосфор, ммоль/л	1,41±0,02	1,43±0,04	1,45±0,05	1,50±0,06

Примечание: ЩФ – щелочная фосфатаза, АЛТ – аланинаминотрансфераза, АСТ – аспаратаминотрансфераза, ГГТ – гамма-глутамилтрансфераза, ЛДГ – лактатдегидрогеназа. Референтные данные представлены в [13–16].

У молодняка свиней, включенных в экспериментальные группы, наблюдалась более высокая активность фермента АЛТ по сравнению с контрольной группой. Во второй группе этот показатель был выше на 1,48%, в третьей – на 2,29%, а в четвертой – на 4,20%. Аналогичная тенденция отмечалась и для активности фермента АСТ: во второй группе зафиксировано увеличение на 0,57%, в третьей – на 1,29% и в четвертой – на 2,74%. Содержание фермента ГГТ также было увеличено в опытных группах: во второй – на 2,43%, в третьей – на 5,49%, а в четвертой – на 5,70%. В то же время активность ЛДГ во второй экспериментальной группе возросла на 0,36%, в третьей – на 0,80%, в четвертой – на 0,95%.

Незначительное повышение активности этих биомаркеров свидетельствует о том, что процессы дезаминирования и переаминования аминокислот протекают в пределах физиологической нормы, и указывает на отсутствие выраженного цитолиза клеток печени и нарушений в работе желчевыводящих путей.

В сыворотке крови молодняка свиней, принадлежащих к экспери-

ментальным группам, было обнаружено более высокое содержание общего белка по сравнению с контрольной группой: во второй – на 0,67%, в третьей – на 1,15%, в четвертой – на 1,99%. Кроме того, отмечалось увеличение концентрации белковых фракций, таких как альбумины и глобулины. Содержание альбуминов в сыворотке крови повысилось во второй группе на 0,87%, в третьей – на 1,28%, в четвертой – на 1,12% относительно контроля. Концентрация глобулинов превышала контрольные значения во второй группе на 0,49%, в третьей – на 1,04%, в четвертой – на 2,75%.

Исследования показали снижение концентрации мочевины и креатинина в сыворотке крови экспериментальных групп по сравнению с контрольной: во второй – на 1,04%, в третьей – на 1,78%, в четвертой – на 1,04% для мочевины и 0,33%, 0,51% и 1,15% соответственно – для креатинина. Сочетание повышенного содержания общего белка и сниженной концентрации мочевины и креатинина в сыворотке крови указывает на активизацию процессов

биосинтеза аминокислот и белка в организме молодняка свиней в экспериментальных группах.

У молодняка свиней в опытных группах была отмечена более высокая интенсивность обмена кальция и фосфора. Уровень кальция в плазме крови во второй, третьей и четвертой группе превышал показатели контрольной на 2,01%, 3,52% и 5,53%. Уровень фосфора во второй, третьей и четвертой группе был больше на 1,42%, 2,84% и 6,38% соответственно.

## ■ Заключение

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что включение в рацион молодняка свиней люпина узколистного, очищенного от оболочки, позволяет сократить или исключить из структуры рациона дорогостоящие источники белка животного и растительного происхождения, такие как рыбная мука, соевый и подсолнечный жмых.

В результате исследований зафиксировано увеличение среднесуточного привеса во второй опытной группе на 4,62%, в третьей – на 9,90%, а в четвертой – на 10,98%. Это обусловлено более эффективным усвоением питательных веществ из рационов, содержащих люпин узколистный, и более интенсивным синтезом белка в организме молодняка свиней.

Физиологические исследования подтверждают эти данные, показывая, что задержка азота в организме была выше в опытных группах: во второй отложение азота увеличилось на 8,85%, в третьей – на 13,48%, а в четвертой – на 14,56%.

Коэффициенты переваримости протеина также продемонстрировали рост в опытных группах: во второй – на 2,10%, в третьей – на 3,00%, а в четвертой – на 3,18%.

Исследование выявило активацию внутриклеточных сигнальных

путей, в частности протеинкиназ, стимулирующих синтез мышечного белка у молодняка свиней и ускоряющих синтез ключевых аминокислот. Уровень ферментов АСТ и АЛТ был выше в экспериментальных группах по сравнению с контрольной: во второй – на 0,57%, в третьей – на 1,29%, а в четвертой – на 2,74%. Аналогичная тенденция наблюдалась и для фермента АЛТ: активность фермента увеличилась во второй опытной группе на 1,48%, в третьей – на 2,29%, в четвертой – на 4,20%.

Таким образом, можно заключить, что использование люпина узколистного без оболочки в кормлении молодняка свиней способствует улучшению процессов пищеварения, конверсии корма, удержанию азота, биохимических показателей крови и активизации обмена веществ в организме, что, в свою очередь, приводит к повышению продуктивности в свиноводстве.

## Литература

1. Корнилова Е.В., Николаев С.И., Карапетян А.К. с соавт. Использование альтернативного кормового ингредиента в рационе свиней. Главный зоотехник, 2023. №3(236). С. 3–12.
2. Кравченко В. Наращивание объемов свинины не прекращается. Животноводство России, 2023. №6. С. 3–5.
3. Gaponov N.V., Grinets L.V., Dzholiev I.M., Shingareva N.I. and Vyatkina G.V. Nutritional value and economic efficiency of production of complete compound feeds based on blue lupine//International Scientific and Practical Conference from Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex (IDSISA 2025). Sciences, 2025. Vol. 179. №(6). P. 01003. DOI.org/10.1051/bioconf/2025179010031.
4. Gaponov N.V., Grinets L.V., Dzholiev I.M., Shingareva N.I. and Chapalda T.L. The quality of grain haylage in mixed crops of blue lupine with oat//International Scientific and Practical Conference from Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex (IDSISA 2025). Sciences, 2025. Vol. 179. №(6). P. 02002. DOI.org/10.1051/bioconf/202517902002.
5. Агеева П.А., Почутина Н.А. Перспективный кормовой сорт люпина Узколистый 53. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2025. Т. 55. №1(314). С. 52–59. DOI: 10.26898/0370-8799-2025-1-6.
6. Агеева П.А., Почутина Н.А., Конаева Л.В. Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов узколистного кормового люпина. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2024. Т. 54. №1. С. 71–81. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-1-8. EDN FZDNKB.
7. Урсу Р.В., Гусева Ю.А., Пигина С.Ю. с соавт. Количественный и качественный аминокислотный анализ альтернативных источников протеина в комбикормах. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2022. №4(68). С. 362–369. DOI: 10.32786/2071-9485-202204-44.
8. Калашников А.П. с соавт. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие. 3-е изд. М., 2003. 456 с.
9. Голушко В.М. с соавт. Нормированное кормление свиней: Рекомендации. Жодионо, 2019. 96 с.
10. Милушев Р.К., Шулаев Г.М. Концентраты из растительного сырья для балансирования комбикормов: теория и практика использования. Свиноводство, 2022. №3. С. 40–43.
11. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 304 с.
12. Агеева П.А. Витязь – новый адаптивный сорт узколистного кормового люпина/П.А. Агеева, Н.А. Почутина, Л.В. Трошина. Зернобобовые и крупяные культуры, 2014. №2(10). С. 96–99. EDN SFMRXJ.
13. Montoro J.C., Solà-Oriol D., Muns R. Blood and faecal biomarkers to assess dietary energy, protein and amino acid efficiency of utilization by growing and finishing pigs. Porcine Health Management, 2022. №8. Art. 32. DOI: 10.1186/s40813-022-00273-y.
14. Зеленченкова А.А., Сивкина О.Н., Зайцев С.Ю. Кровь как метод оценки благополучия свиней на откорме. Аграрный вестник Урала, 2025. Т. 25. №3. С. 422–433. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-03-422-433.
15. Sookoian S., Pirola C.J. Liver enzymes, metabolomics and genome-wide association studies: From systems biology to the personalized medicine. World Journal of Gastroenterology, 2015. 21(3):711–725. DOI: 10.3748/wjg.v21.i3.711.
16. Evans R.J. Porcine haematology: Reference ranges and the clinical value of the haematological examination in the pig. Pig Journal, 1994. №32. P. 52–57.